

讓你活得更年輕、更健康、更長壽的新科學

端粒效應

諾貝爾獎得主破解老化之祕
傳授真正有效的逆齡養生術

The Telomere Effect

A Revolutionary Approach to Living Younger,
Healthier, Longer

by

Elizabeth Blackburn, Ph.D.
and Elissa Epel, Ph.D.

廖月娟 譯

本書必然能成為經典之作，是近十年來最令人興奮的生物學著作。——肯德爾（Eric Kandel），諾貝爾生理醫學獎得主
這本書將改變我們對老化和疾病的看法。——凱斯勒（David Kessler），曾任美國食品暨藥物管理局局長
本書就是青春永駐、延年益壽的祕笈。——赫芬敦（Arianna Huffington），《赫芬敦郵報》創辦人

各界讚譽

伊莉莎白．布雷克本與伊麗莎．艾波發現端粒（即DNA末端像鞋帶尖端塑膠箍的結構）不只是執行遺傳指令；端粒還會傾聽你的思想與感覺，接受你的指示，甚至在你有壓力或覺得放鬆、悲傷或快樂，都會有所回應。因此，端粒與你的大腦、情緒、老化速率和罹患神經退化疾病的風險，息息相關。換言之，我們可以從最基本的細胞開始，改變老化的方式。

因此，如果你想保有敏銳的思想，你必須多了解和注意你的端粒。本書將告訴你如何做到這點。這麼做非但不難，甚至能啟發你的心智，使你覺得振奮。本書必然能成為經典之作，是近十年來最令人興奮的生物學著作。

——肯德爾（Eric Kandel），諾貝爾生理醫學獎得主，著有《記憶的追尋：心靈新科學的誕生》（*In Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind*）

作者以科學故事和個人經歷告訴我們，我們每天怎麼過日子，不只是會影響健康和幸福，也和我們的老化有關。本書就是青春永駐、延年益壽的祕笈。在此先洩露一點：睡眠是一大關鍵。《端粒效應》能讓你在生命各階段，活得健康、充實。

——赫芬敦（Arianna Huffington），希臘裔美國作家，《赫芬敦郵報》創辦人

公共衛生要有改善，人們必須先了解自身生活的真相。布雷克本和艾波揭示細胞是如何老化、以及什麼力量會使我們生病和早衰。

《端粒效應》一書解釋了影響我們生命的種種因素，而這些因素常是看不見的。讀完本書，你將從嶄新的角度看人生，也知道如何做出更

好的選擇，促進個人健康、延年益壽，也使社會變得更好。總之，這本書將改變我們對老化和疾病的看法。

——凱斯勒（David Kessler），醫學博士，前美國食品暨藥物管理局

局長，著有《紐約時報》暢銷書《暴飲暴食的終結》（*The End of Overeating*）和《無可脫逃》（*Capture*）

布雷克本和艾波的端粒研究成果，是革命性的，能讓我們的人生煥然一新，並告訴我們，人人皆可藉由心念促進細胞的健康。這兩位研究先驅也揭示了人際連結的力量，例如愛情、友誼和親子關係，可減緩細胞老化的速度。

作者基於科學實證，提供許多寶貴的建議給我們，讓我們得以運用在每日生活，讓你的人生更喜悅、豐富，也更健康。

——席格（Daniel J. Siegel），醫學博士，著有《第七感：由內而外的教養》（*Mindsight*）、

《青春，一場腦內旋風》（*Brainstorm*）

布雷克本加上艾波的夢幻團隊，把龐大的科學數據，整理成一本可讀性極高、平易近人的使用手冊，讓每一個想要增進健康的人獲益良多，從零歲到一百歲都適用。

——艾弗洛斯（Rita B. Effros），加州大學洛杉磯分校醫學院教授，前美國老年醫學會會長

布雷克本和艾波為我們闡明：老化的心理學和生物學之間錯綜複雜的關係，並為我們繪製一張人生地圖，教我們如何老得健康、快樂。作者愛引端粒科學，告訴讀者增長健康壽命之道。她們並提出，長壽能幫我們實現什麼。

本書文字曉暢明白，引人入勝，讓人欲罷不能。

——卡斯滕森（Laura L. Carstensen），心理學教授，史丹佛大學長壽研究中心創始人、主任，著有《漫長、光明的未來》（*A Long Bright Future*）

這本精采好書告訴我們，我們身上的端粒會對日常生活的諸多層面，做出什麼樣的回應。端粒不只是關乎我們的脆弱和韌力，也會受到社會與外在環境的影響，更在身體與心理的關聯當中，扮演重要角色。未來，我們或許可透過端粒來監測和促進健康——這個新領域將等待我們去探索。不管如何，本書將對你的「健康壽命」大有幫助。

——麥克尤恩（Bruce McEwen），洛克斐勒大學神經科學教授，著有《壓力的盡頭》（*The End of Stress as We Know It*）

布雷克本博士是端粒研究專家。端粒是染色體的保護箍，與我們的健康和壽命大有關係。她與艾波博士的發現，對個人和社會群體的健康具有重大意義。有鑑於端粒會受到壓力影響，使人不得不下定決心，採取健康的生活型態。

——高德曼（Lee Goldman），醫學博士，哥倫比亞大學醫學中心執行長，著有《過猶不及：為何四大生存特質反倒害了我們？》（*Too Much of a Good Thing: How Four Key Survival Traits Are Now Killing Us*）

布雷克本與艾波的研究成果，可謂重大突破，徹底改變了我們對人類健康與長壽的看法。DNA末端的端粒會影響每個人的細胞老化及死亡的速率。端粒愈來愈短，人生也就很快會被疾病籠罩。

兩位作者是端粒研究最重要的科學家。她們告訴我們，如何藉由生活型態的改變，促進細胞健康、減緩細胞老化。她們也與全世界的研究人員攜手合作，以了解細胞老化的機制、化學暴露對細胞的影響、及如何透過心靈訓練強化細胞健康。我們共同進行的一項研究顯示：生活型態的改變，也許真的可以使端粒增長，從細胞開始逆轉老化。

本書具有革命性的意義，可改變我們對健康、生活、疾病與死亡的看法。本書特別指出，要老得健康，不只是要注重個人健康，還要積極與他人連結，著眼於未來世代的福祉。

——歐尼許（Dean Ornish），加州大學舊金山分校預防醫學研究所創始人、所長、臨床醫學教授，著有暢銷書《光譜保健法讓你更健康》（*The Spectrum: A Scientifically Proven Program to Feel Better, Live Longer, Lose Weight, and Gain Health*）

《端粒效應》是一本非常深刻的好書，書中提供許多實用細節，讓我們知道如何過生活、並與外界互動，能促進我們的健康與福祉，讓我們更長壽。其中一個關鍵因素就是正念，此外，貧窮和社會正義也是健康的影響因素。

本書的價值無可衡量，讓我們對健康和幸福有更深入的了解。

——卡巴金（Jon Kabat-Zinn），著有《正念療癒力：八週找回平靜、自信與智慧的自己》（*Full Catastrophe Living*）、《正念的感官覺醒》（*Coming to Our Senses*）等書

獻詞

謹將此書獻給約翰和班恩，我生命之光，因為他們
一切都值得了。

——伊莉莎白·布雷克本

謹將此書獻給我高齡九十的父母——大衛和洛伊絲，他們的人生充實
而美好，對我而言，他們就是最好的靈感。
本書也是為傑克和丹尼而作，因為他們，我的每一個細胞都充滿快
樂。

——伊麗莎·艾波

寫作緣起

根據紀錄，世界上最長壽的人是一位名叫卡爾芒（Jeanne Calment）的法國女士。她活到一百二十二歲，才壽終正寢。她在八十五歲那年，才開始學習擊劍。跨入百歲之後，還能騎腳踏車。[1] 百歲生日那一天，她在法國南部的家鄉阿爾勒走了一圈，感謝祝她生日快樂的民眾。[2]

我們都希望像卡爾芒這樣一生健康長壽。老化和死亡是人生必經之路，問題是我們要如何過完生命的最後一天。這取決於我們自己。從現在起到晚年，我們都可以過得更好、更充實圓滿。

端粒科學（telomere science）這個新領域，可幫助我們實現這個目標。如果我們能把端粒科學應用在生活上，則可減少慢性疾病，從細胞的層次開始，在有生之年促進健康。我們寫這本書，就是為了把這些重要訊息，呈獻給各位。

讀了本書，你將能從全新的角度，來思考人類老化。有關人類老化，現今科學界的主流看法，認為這是細胞的DNA逐漸遭到破壞造成的，致使細胞出現無可逆轉的老化和功能障礙。但是，被破壞的是哪個DNA？為什麼這個DNA會被破壞？目前，我們只知道一部分的答案，但是線索告訴我們：端粒很可能就是罪魁禍首。每一種疾病涉及不同的器官和身體部位，似乎互不相干。然而，根據最新臨床研究，一個新的概念已漸漸成形：身體各部位的端粒，會隨著我們年齡增長而變短，大多數老化疾病都是這麼來的。

因此，我們可從端粒了解，身體組織如何失去自我補充的能力，進入「細胞複製之衰老」（replicative senescence）的階段。細胞出現功能障礙或提早死亡的方式有很多，人類衰老也有諸多因素，端粒損

耗顯然是最早啟動老化過程的關鍵。但我們發現，我們不但可使端粒損耗得慢一點，甚至可能逆轉，使端粒變長。

因此，我們將在本書呈現端粒研究的全貌，並用明白曉暢的文字為一般讀者述說。先前，這樣的知識只出現在科學期刊的論文裡，看起來零零碎碎。要把這樣的知識連貫、整理、簡化，讓一般大眾可以吸收，可說是一大挑戰，也是重責大任。我們無法盡述老化的所有理論，不能深入探討每一個主題，也無法列出所有的條件與免責聲明。但是本書的每一個主題都可在原始刊載的科學期刊，找到詳盡資料，有興趣的讀者可以參看本書最後面的〈資料來源〉。有關端粒的最新研究，我們也寫了一篇綜合論述，發表在《科學》（*Science*）期刊，以利讀者了解端粒的分子機制。[3]

使你過得更健康、長壽和充實

科學莫不是團隊合作的成果。筆者有幸和各個不同領域的專家一起合作。我們的學習對象不只是自己的研究團隊，也包括全世界的研究人員。人類老化就像是一幅巨大的拼圖。幾十年來，如有新發現，就像又拼對了一片。端粒研究幫助我們解開老化之謎，拼湊出人類老化的原貌，了解老化細胞如何促成林林總總的老化疾病。我們認為這是非常需要分享的知識。

我們現在已全盤了解端粒健康的維護之道，從細胞的層次開始，乃至於社會。我們也知道端粒對個人生活和社群的意義。我們不但希望各位能了解基本的端粒生物學，更知道端粒與疾病、健康、我們的思維方式及我們的家庭和社群的關聯。把這些拼湊在一起，也知道影響端粒的因素之後，我們也就能擁有一個新的世界觀，了解人與家庭、社會連結的重要。我們將在本書的第四部探討這個主題。

我們寫這本書的另一個原因，是希望幫助讀者避免潛在風險。近年來，世人對端粒和老化的興趣急遽增加，雖然在公眾領域已有一些不錯的介紹，但是有些訊息仍會誤導讀者。例如，有些乳霜產品和營養補充品宣稱能使端粒增長，延年益壽。其實，這些產品進入身體之後，有可能提高罹癌風險或是帶來其他危險。我們需要更多大型的長期研究，以評估這些產品可能有哪些嚴重的潛在危險。事實上，要增長細胞壽命，還有很多安全、沒有風險的做法，我們將在本書一一介紹。我們的建議不一定能使你的病馬上好起來，但是這些都是基於科學研究證據，能使你過得更健康、長壽和充實。儘管有些建議你可能早就知道了，然而如能深入了解背後的原因，將會改變你的看法及你過生活的方式。

最後，筆者在此聲明，我們兩人和販售端粒產品的公司、或提供端粒檢驗的機構，沒有任何合作關係。我們只是希望把長年來的端粒研究結果、以及我們對端粒的了解，綜合整理，讓讀者參考利用。這些研究已有突破性的進展，讓我們更進一步了解老化，也為我們帶來回春的曙光。我們要感謝這個領域每一位研究人員的貢獻。因為有大家的努力，我們才能呈現這樣的知識。

除了〈前言〉中那對姊妹淘是虛擬的，本書所述的故事都是真人真事。筆者在此深深感謝所有與我們分享人生故事的人。為了保護當事人的隱私，在書中皆用化名，也改變了若干細節，以免洩漏他們的身分。

希望本書能幫助你和你的家人。衷心祈願每一位讀者都能從這些了不起的科學發現獲益。

前言

啟動你的逆齡計畫吧！

一個冷冽的星期六早晨，凱拉和麗莎這兩個姊妹淘，難得放下沒完沒了的家事、工作和待辦事項，在舊金山的露天咖啡館，啜飲熱咖啡。

凱拉說，她老是覺得好累、好累。只要辦公室有人感冒，她就會被傳染，接踵而來的是鼻竇炎。明明輪到她前夫該去接孩子，但他常常故意忘記。凱拉在投資公司工作，老闆脾氣很壞，常在同事面前指責她。半夜，她躺在床上時，有時心臟會狂跳。雖然一下子就過了，她卻憂心忡忡，徹夜難眠。她告訴自己，也許這是壓力造成的，她還年輕，不會是心臟病吧？

「真不公平，」她嘆了口氣，對麗莎說：「我們明明同年，我看起來卻比你老。」凱拉說得沒錯。晨光中的她，面容憔悴。她小心翼翼拿起咖啡杯，好像頸肩很痛似的。

但麗莎眼眸明清、皮膚透亮，渾身充滿活力，可輕鬆應付忙碌的一天。她覺得身體舒暢。其實，麗莎並不怎麼在意自己的年齡，只願智慧能隨著歲月的累積而增長。

如你仔細端詳這兩位並肩而坐的好姊妹，你必然會認為麗莎看起來的確比較年輕。要是你能透視到她們皮膚底下，就會發現兩人的差距甚至要比外表來得大。從實際年齡來看，凱拉和麗莎是同一年出生的，但從生理年齡來看，凱拉卻比麗莎老了幾十歲。

為什麼？麗莎可有青春永駐的祕密？昂貴面霜？去皮膚科診所做雷射淨化美白？基因特別好？或者過得比較順遂，不像凱拉年復一年為了兼顧工作與家庭，蠟燭兩頭燒？

上面這幾個答案都差遠了。麗莎的壓力不見得比凱拉來得少。兩年前，她老公車禍喪生，因此和凱拉一樣是單親媽媽。她手頭並不寬裕。她在一家科技新創公司上班，公司財務岌岌可危，不知能否撐到下一季。

這到底是怎麼回事？為何一個精力充沛，另一個卻老態畢露？

答案很簡單，就在這兩個女人身體細胞之中。凱拉的細胞老化得很快，因此看起來要比實際年齡來得大，不久將被各種老年疾病與功能失調纏上。反之，麗莎的細胞仍可不斷再生，因此可以愈活愈年輕。

為什麼人老化的速率各有不同？

為什麼有些人老得很快，有些人則可青春永駐？為什麼有些人老當益壯、精神矍鑠，有些人卻未老先衰，一身病痛、筋疲力竭、腦筋混沌？你可從下面的圖表看出這兩者的不同：

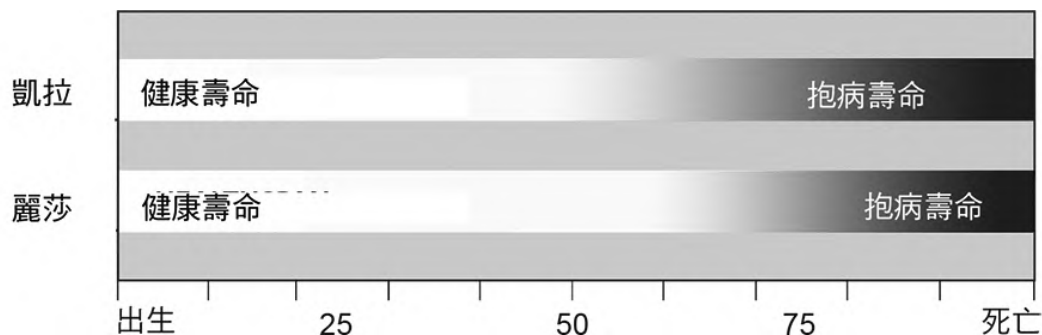


圖1 「健康壽命」與「抱病壽命」的對比

健康壽命是指身心健康、遠離疾病的生存期間。抱病壽命則是疾病纏身、生活品質明顯受到影響的生存期間。雖然凱拉與麗莎都能活到一百歲，但是過了半百之年，兩者的生活品質已天差地遠。

圖1上方的白色長條，代表凱拉的**健康壽命**（healthspan）。在這段期間，她過著健康、無病無痛的生活；但是到了五十歲出頭，白色

部分漸漸變成灰色；到七十歲，則變成了黑色，亦即代表她已進入生命的另一個階段：**抱病壽命**（diseasespan）。

在抱病壽命期間，生命品質因老化疾病而明顯惡化，如心血管疾病、關節炎、免疫系統脆弱、糖尿病、癌症、肺部疾病等，皮膚粗糙、鬆弛、暗沉，頭髮變得稀疏、毛囊萎縮。更糟的是，老化疾病往往是「多病共存」（multi-morbidity），也就是同時罹患兩種或兩種以上的慢性疾病，不會只有一種。因此，凱拉不只是免疫系統較弱，還有關節疼痛的毛病，也出現了心臟病的早期徵兆。有些人會因老化疾病而急速奔向生命的終點，另外一些人雖然還活著，但多病纏身，只是苟延殘喘。

以現代人的標準來看，五十歲正值壯年，應該容光煥發、身強體健。但從圖1來看，五十出頭的凱拉已漸漸進入抱病壽命。凱拉或許會直白的說：她老了。

麗莎則截然不同。

一樣已屆五十之齡的麗莎，身體健康、精神飽滿。儘管歲月不斷消逝，年齡漸增，她的健康壽命還很長遠，直到八十幾歲——也就是「古稀之年」，她才有力不從心之感。儘管麗莎也會步入抱病壽命，然而直到她壽終正寢之前，這段期間已壓縮得很短，只有短短幾年。縱觀一生，麗莎不但長壽，而且健康、有活力，可享受豐富的人生。

基因把子彈上膛，環境扣下扳機

凱拉和麗莎不是真實的人，而是我們虛構的人物，然而這兩人的差異，凸顯出幾個真正的問題。

為什麼有些人能長保健康，享受快樂人生，還有一些人則活在疾病的陰影下，受盡折磨？這一切是命中注定的嗎？我們能有選擇嗎？

「健康壽命」和「抱病壽命」雖然是新的術語，但是基本的問題老早就存在了。為什麼有些人明明還是青壯年，看起來已垂垂老矣，還有一些人似乎青春永駐？幾千年來，自從人類會計數自己的年齡，比較自己和他人外表的差異，不免對老化的速率有所疑問。

有些人相信，老化是上天注定的，由不得人。古希臘人就透過神話中的命運女神，來表達這種信念：三位女神圍繞在新生兒旁，第一位女神為這孩子紡織出生命之線，第二位用她的杆子丈量此線的長度，而最後一位女神則負責剪斷這條生命線。這條線有多長，你的生命就有多長。你的命運會如何，就看命運女神如何紡織、丈量、剪斷你的生命之線。

現今仍有很多人具有這樣的信念，且是以科學權威做為憑藉：命運天注定是指命運是由自然掌控的，而這所謂的「自然」就是指你身上的基因。雖然在你呱呱落地之時，那三位命運女神沒圍繞在你的搖籃旁，但早在你出生之前，你的遺傳密碼（基因密碼）已決定你是否會罹患心臟病、癌症等、能不能長命百歲。有些人相信老化是由自然控制的，然而如果你問，為什麼凱拉比她的朋友麗莎老得快，他們可能會這樣解釋：

「這應是遺傳的緣故，或許她的父母心臟和關節都有問題。」

「這都是她身上的DNA造成的。」

「她不幸帶有致病基因。」

當然，並非所有的人都抱持這樣的「基因命定論」。很多人都注意到，生活方式會影響健康。雖然我們認為這是一種現代觀點，其實早在二千五百年前已有真實例證。

公元前四百多年前，中國春秋時代楚國的伍子胥，因其父遭到誣陷，不得不出奔吳國。過昭關時，因前有江水、後有追兵，他輾轉反側，寢不能寐，直至天明。年輕的他，滿頭青絲竟在一夕之間急白了頭。伍子胥一夜白髮的故事就此流傳千古。顯然，這種提早老化的現

象是壓力造成的。（話說回來，原本年輕英挺、髮絲烏黑的伍子胥，因這頭白髮得以偽裝成一老翁，順利過關。可見變老也有好處。）

今天，有很多人認為後天要比先天來得重要——你天生如何無所謂，是否擁有良好的生活習慣才重要。因此，這樣的後天論者也許會這麼解釋凱拉為何老得快：

「她吃太多碳水化合物了。」

「生活習慣不良，怪不得自己長了張老臉。」

「她應該多運動。」

「或許她有些心理問題，一直未能解決。」

我們再來看看凱拉老得快的兩種說法。相信先天決定一切者，似乎是宿命論者，未來會如何，在我們出生之前，已記錄在染色體中。後天決定論者則比較樂觀，認為早衰是可能避免的，然而也比較喜歡批評人：如果凱拉老得快，都怪她自己。

哪一種看法才是對的？先天或後天？基因，還是環境？

其實，先天和後天、基因和環境都一樣重要，更重要的是先天／基因與後天／環境的交互作用。麗莎能保持青春、凱拉老得快，真正的差別在於基因、人際關係、環境、生活方式和命運。這些因素很複雜的產生了交互作用，特別是人對於命運的安排如何反應，更是影響深遠。例如，你天生帶有某一組特別的基因，但你的生活方式會影響這組基因如何表現，使之變得活躍或加以抑制。

正如研究肥胖的專家布雷（George Bray）所言：「基因把子彈上膛，環境扣下扳機。」¹ 這種說法不只適用於肥胖，大多數的疾病也是如此。

「端粒」是關鍵

我們將教你從全新的角度來看健康，也就是帶你透視到細胞的層次，讓你看看細胞早衰究竟是什麼樣子、以及細胞早衰在全身會造成何種破壞。我們也將告訴你，這種破壞不但是可以避免的，甚至可以逆轉。

我們將深入遺傳物質，也就是染色體（chromosome）。染色體末端的「端粒」（telomere，唸作tee-lo-mere）是由簡單重複、非編碼的DNA序列所組成。端粒就像「保護套」，可保護染色體的完整性，讓染色體達到完全複製，維持細胞功能正常運作。

然而，隨著細胞分裂的次數增多，染色體上的端粒會愈來愈短，端粒短到不能再短，就會失去保護染色體的作用，此時細胞將停止生長，進入老化期或走向凋亡。因此，細胞老化的速率取決於端粒。端粒消磨殆盡之日，也就是細胞命歸黃泉之時。然而，我們的實驗室有了一個重大發現：位於染色體末端的端粒，其實是可以延長的——這證明老化是可以加速、減緩、甚至可能逆轉的動態過程。世界上的其他實驗室也有同樣的研究結果。長久以來，我們都認為老化就像溜滑梯，人將無可避免的滑向衰亡。當然，人都會變老，但是老化也有快慢之別，關鍵就在細胞的健康。

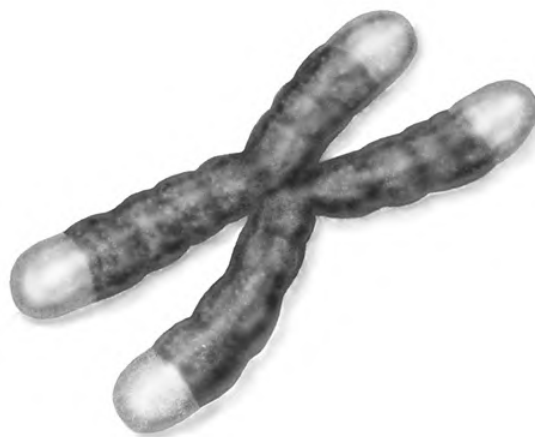


圖1 染色體末端的端粒

端粒是由DNA與蛋白質共同組成，可保護染色體。圖中染色體末端的明亮部分就是端粒。由於端粒在細胞DNA中所

占的比例還不到萬分之一，此圖只是示意圖，並未按照實際比例繪製。儘管端粒極其微小，卻是染色體中至關重要的一部分。

筆者伊莉莎白·布雷克本，是分子生物學家，而伊麗莎·艾波則是健康心理學家。布雷克本畢生致力於端粒研究，她的研究使人得以對老化及相關疾病有全新的了解。艾波則一直專注於心理壓力研究，她發現心理壓力對行為、生理和健康會造成破壞，同時她也研究如何逆轉這樣的效應。

我們兩人從十五年前開始攜手合作，希望能用全新的角度探究人類心靈和身體的關係。我們發現，端粒不只是會執行遺傳指令，還會聽從你的指示。這點教我們吃驚，也讓全世界的科學社群嘖嘖稱奇。

其實，你的生活方式等同於對你的端粒下令，讓你細胞老化得更快或慢一點。你吃的食物、你對情感衝擊的反應、你的運動量、你兒時是否在壓力之下成長，甚至你是否活在一個人人相互信賴、讓你有安全感的地區等，這些因素都會影響你的端粒，進而使你早衰或不易變老。簡而言之，要延長健康壽命，關鍵就是促成健康的細胞再生。

我們需要細胞再生

1961年，生物學家海富利克（Leonard Hayflick, 1928-）發現，人體正常細胞分裂次數有限，到達分裂次數的極限之後，就會停止分裂，因而進入凋亡期。細胞會自行複製，這就是進行所謂的「有絲分裂」（mitosis）。海富利克把人類胚胎細胞放在燒瓶中，使之複製。一開始這些細胞只是透明、薄薄的一層。這些細胞開始複製之後，即瘋狂增生了。海富利克需要更多的燒瓶，才能裝得下所有新生的細胞。由於增長太快，實驗室人員只好放棄一部分培養出來的細胞。海富利克回憶說：「我們不得不放棄一些，不然整個實驗室，甚至整座

研究大樓，都會被培養瓶占滿，讓我們連站的地方都沒有。」海富利克說，這個階段就是細胞分裂的「繁盛期」。

過了一段時間之後，海富利克實驗室培養出來的細胞停止生長，彷彿已經累到動彈不得，無法繼續增長。存活最久的細胞大約分裂了五十次，然而大多數細胞分裂的次數要少得多。最後，那些已經疲累的細胞到達海富利克所謂的「衰老期」：那些細胞尚未死亡，只是永遠不再分裂。這就是所謂的「海富利克極限」——也就是正常人體細胞分裂次數的自然限制，這是因為：與細胞DNA連接的端粒，在每次細胞分裂後都會略微縮減，已縮減到不能再短的極限了，細胞也就不能再分裂了。

所有細胞都會面臨海富利克極限嗎？有些細胞不會。在我們的身體當中，有些細胞會再生，包括免疫細胞、骨骼細胞、消化道細胞、肺部細胞、肝臟細胞、皮膚細胞、頭髮細胞、胰臟細胞、以及心血管系統的內襯。這些細胞必須不斷分裂、再生，才能維持身體健康。有些會分裂的正常細胞能夠不斷再生，例如免疫細胞和細胞分裂期較長的前驅細胞，還有在我們身體中具有關鍵地位的幹細胞——幹細胞如果健康，就可持續分裂，永無止盡。

這些細胞不像海富利克實驗室培養的細胞會面臨極限，因為這些細胞含有「端粒酶」（telomerase，我們在第1章會詳細介紹）。健康的幹細胞會有足夠的端粒酶，可在我們有生之年不斷分裂。麗莎皮膚光滑緊緻、關節靈活，其中一個原因就是她體內的幹細胞能不斷補充、生長繁茂。這也是為何她肺氣足、呼吸順暢。身體重要組織和器官都相當倚賴這種新生細胞。細胞再生讓麗莎感覺年輕、有活力。

從語言學的角度來看，英文的「senescent（衰老）」和「senile（老化）」源於相同的字根。細胞進入「衰老期」，也就是細胞老了，不會再分裂。其實，細胞不再分裂也有一大好處。老化的細胞不斷分裂，有可能變成癌細胞。老化的細胞並非有害，這些細胞只是累

了，功能不佳，常在辨識訊號時發生失誤，也不能將訊息正確傳遞出去，不像過去那樣靈光。這些細胞生病了，不再能夠生長繁茂。這對我們的身體健康帶來重大影響。如果你身體中的細胞很多都衰老了，你的身體組織也會開始老化。例如，你的血管壁有太多衰老細胞，你的血管就會變硬，就比較可能心肌梗塞。若是你血流中抵抗感染的免疫細胞已經老化，無法辨識入侵的病毒，那會讓你容易得到流感或肺炎。衰老的細胞也會釋放出助長發炎的物质，使你受到疼痛或慢性疾病的折磨。最後，衰老的細胞進入預先設定的死亡程序，這就是抱病壽命之始。

大多數健康的人體細胞，只要端粒仍然有效能（而且如蛋白質等其他主要成分的功能很正常），就能不斷分裂。到了無法分裂的時候，細胞就會衰老。最後，連神奇的幹細胞也不得不面臨衰老的命運。由於細胞分裂的限制，等我們活到了七、八十歲，健康壽命也就所剩無幾了。當然，有很多人即使活到九十歲，還老當益壯。現今，活到八十歲、甚至一百歲仍享有健康壽命，已不是奇蹟。將來，我們的下一代大都能如此長壽健康。² 目前，全世界的百歲人瑞約有三十萬人，而且這樣的人愈來愈多。活到九十幾歲的人那就更多了。從這樣的趨勢來看，今天在英國出生的孩子當中，有三分之一以上都能活到一百歲。³

然而，這百年人生當中，陰暗、痛苦的抱病壽命將會長達多少年？如果我們了解細胞再生的槓桿作用，就知道何以細胞再生能讓我們關節更靈活，呼吸更順暢，對抗感染的免疫力更強，心臟強健，也能擁有一顆直到年老依然犀利的頭腦。

但是，有時細胞會提早停止分裂或是提早進入衰老的階段。在這種情況之下，你即使還不到七老八十，你的細胞已經早衰。像凱拉就是如此。從她的健康壽命圖看來，在五十歲出頭已漸漸邁向黑暗階

段。可見年齡是我們得到慢性疾病的主因，因為年齡反映我們體內器官的老化。

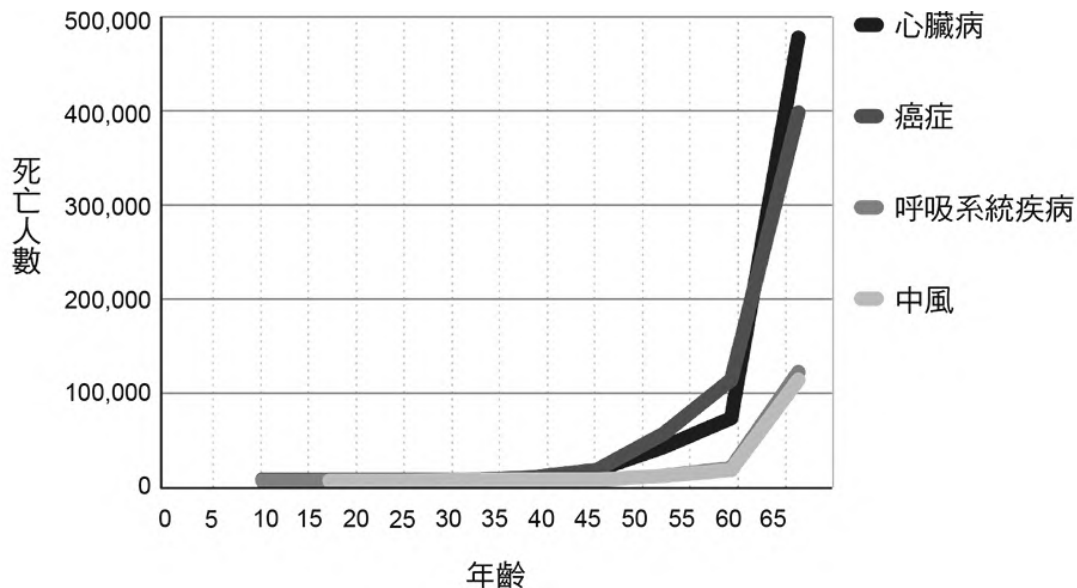


圖3 老化與疾病

到目前為止，年齡仍是慢性疾病最重要的決定因素。此圖顯示了各年齡層的死亡人數（至六十五歲以上）以及四大死因（心臟病、癌症、呼吸系統疾病、中風等腦血管疾病）。一般而言，四十歲之後死於慢性疾病的比率會增加，六十歲之後更會急遽增加。

資料來源：美國衛生與公共服務部（HHS）疾病控制與預防中心（CDC），〈死亡與傷害的十大因素〉（Ten Leading Causes of Death and Injury），<http://www.cdc.gov/injury/wisqars/leadingCauses.html>。

端粒如何使我們感覺自己衰老，又如何使我們保持年輕健康？

在這篇〈前言〉的開頭，我們提出這麼一個問題：為什麼人老化的速率不同，有的人老得快、有的人老得慢？其中一個原因就是細胞早衰。現在，我們要探討的是：細胞早衰的原因為何？

為了回答這個問題，且讓我們用鞋帶來做比喻。

鞋帶兩頭尖端不是有小小的塑膠箍？有了這塑膠箍，鞋帶頭的線就不會散了。現在，請你想像自己身上的染色體就像鞋帶（而染色體就是承載遺傳訊息的結構）。端粒就像鞋帶尖端的塑膠箍，長度可用鹼基對（base pair）來衡量。染色體的尖端有了端粒的保護，遺傳物質就不會受損，染色體因而可保持完整、達到完全複製，以維持細胞

功能正常運作。端粒正有如對抗老化的小塑膠箍。但端粒會隨著年齡的增長而變短。

以下就是人類端粒的生命軌跡：

年齡	端粒長度
新生兒	10,000 個鹼基對
35 歲	7,500 個鹼基對
65 歲	4,800 個鹼基對

如果你的鞋帶尖端磨損太嚴重，線都散了，鞋帶就不能用了，你大可把這鞋帶丟掉。細胞也一樣。端粒如果變得太短，細胞就不能再分裂了。然而，端粒並非細胞衰老的唯一原因，正常細胞也會受到其他壓力的影響，只是我們還未能完全了解這樣的過程。不管如何，端粒變得很短是人類細胞老化的主因之一，而這樣的變化就是海富利克極限的由來。

你的基因會影響你的端粒，包括出生之時端粒的長度、以及端粒衰壞的速率。但我們有一個好消息要告訴你，根據我們的研究及全世界其他科學家的發現，端粒的長短和強健與否，都是你可以介入與掌控的。例如：

- 有人碰到困難的情況，會感覺受到嚴重威脅，這種反應和端粒較短有關。
我們可以用比較正面、樂觀的態度，重新評量情況。
- 有些促進身心放鬆的技巧，如冥想和氣功，都能降低壓力，增加端粒酶。
端粒酶能有效補充失去的端粒鹼基序列。

- 運動不但可促進心血管強健，對端粒也有好處。
本書介紹的兩種運動計畫，不但可維護端粒健康，也能幫助你達成各種程度的健身效果。
- 像熱狗這類加工食品會傷害端粒，新鮮、未經加工處理的天然食物，則對端粒有益。
- 如果你住在一個社會凝聚力低的社區，亦即人與人之間關係淡薄、互不信賴的社區，那會對端粒有不良影響，不管你住的社區所得水準為何。
- 兒童如遭受虐待（例如羅馬尼亞孤兒院的不幸兒童），端粒就會變短，有如飽受心理壓力的成人。
如果能脫離受虐的環境，在充滿關愛的家庭長大，就能彌補端粒受到的損傷，回復正常。
- 父母的精子和卵子中，染色體的端粒會直接遺傳給正在發育的胎兒。
這意味，如果你的父母因為人生困苦、端粒變短了，由於遺傳，你體內的端粒與生俱來就會比較短！
如果你認為你正是如此，不必驚慌，端粒雖然會變短，也能變長。
你依然能夠透過後天的努力，使你的端粒穩定。
也就是說，你可以透過生活方式的選擇，來增進細胞的活力，再遺傳給下一代。

儘管你想要過比較健康的生活，也許會覺得很難，認為自己做不了那麼多。但是有些人看到行動與端粒的關聯，就能決心改變，而且持之以恆。

筆者（伊莉莎白）走進辦公室，同事有時會跟我說：「你看，我現在都騎腳踏車來上班了——我要使我的端粒變長！」或是說：「我

不再喝含糖飲料。想到這種飲料對我體內端粒的破壞，我就喝不下去了。」

要善用〈逆齡實驗室〉的祕密武器

是否根據我們的研究，只要維持端粒健全，你就能活到一百歲，九十四歲還能跑馬拉松，或是臉上不會長皺紋？不是的。每一個人的細胞都會變老，終究會死亡。但請你把人生想像成在一條高速公路上開車，高速公路上有快速行駛的內側車道、慢速行駛的外側車道，以及速率介於兩者之間的中間車道。你可不斷加速、以高速衝向抱病壽命，或者開慢一點，享受沿途風光和同車者的陪伴、邊開邊聽音樂，亦即享受健康的人生。

即使你已行駛在細胞早衰的快車道上，也還有轉換車道的機會。如果你繼續閱讀下去，就知道要怎麼做。我們將在本書的第一部解釋細胞早衰的危險，以及如何利用健康的端粒，做為對抗細胞早衰的祕密武器。我們也將告訴你端粒酶的發現。端粒酶能使我們染色體末端的保護罩免於受損。

本書的第二、三、四部將告訴你，如何利用端粒研究的成果來強化細胞。首先，你得改變你的思考習慣，然後透過運動、食物和睡眠習慣，來促進端粒和身體的健康。你可參照本書各章末尾的〈逆齡實驗室〉的建議來執行，以避免細胞早衰。在〈逆齡實驗室〉裡，也會解釋我們為何會提出這樣的建議。

如果你能強化你的端粒，不但能活得更久，生活品質也會更好。這就是我們撰寫這本書的目的。我們在研究端粒的過程中，已看過無數的凱拉——不知有多少人，明明還處於壯年，但端粒已磨損得很短，因此提早進入抱病壽命。

畢生幸福健康的聖杯

影響生命長短的因素有很多，端粒則是這些因素的綜合指數，包括好的、回復活力的因素，例如良好的健康和睡眠等；也包括一些不好的因素，例如會殘害身心的壓力、營養不良或是遭遇挫折。我們也可從鳥類、魚類和老鼠的身上發現壓力和端粒息息相關。因此，我們或許可把端粒長度視為「畢生幸福健康的聖杯」⁴。

以整體生活經驗良窳而言，不管是動物或人類，到目前為止，最有用的生物指標就是端粒。

關於端粒，現在已有很多嚴謹、高水準的研究報告，發表在權威科學期刊。世界上最好的實驗室和大學也印證這樣的研究結果無誤。我們可利用這些研究結果來避免早衰的厄運。雖然這些研究結果可慢慢透過媒體，出現在雜誌和健康網站上，但如此一來恐怕曠日費時，資訊變得零碎，甚至在報導的過程中遭到扭曲和誤解。我們想把自己知道的，與各位分享，使更多人、更多家庭免於被疾病拖垮。

疾病若是帶走我們的家人、親友，我們等於損失了寶貴的人際網路資源。在我們有生之年，疾病也常侵蝕我們的心智和肉體。如果三十歲、四十歲、五十歲、六十歲的人，甚至年紀更大的人都能變得更健康，也就更能享受人生，並與人分享自己的才華。這樣的人更能利用時間教養下一代、幫助他人、解決社會問題、旅行、表現藝術上的長才、或在科技領域有所發現、分享自己的人生經驗、開拓生意或是擔任明智的領導人。

在你閱讀本書之時，你將學到很多，知道如何維持細胞的健康。其實，要延長健康壽命真的不難。我們希望你能從思考這樣的問題獲得樂趣：我該如何利用這健康、美好的人生？只要你依循本書的建議去做，你將有足夠的時間、精神和活力，想出最好的答案。

現在就啟動你的逆齡計畫吧！

此時此刻，你就可以讓你的端粒獲得新生。根據一項研究，如能專注在目前自己做的事情上，就能延長端粒。反之心神不定、注意力不集中，端粒則會變短。⁵ 其他研究也顯示，專注或冥想訓練課程確實有維持端粒健全的功效。⁶

專注是我們能夠培養的技能。只要透過不斷練習，就能達成。下面的鞋帶圖示，將不時出現在全書各章。請在看到這個圖示時暫停一下，問自己正在想什麼。如果你正在為了一些老問題而煩惱，請把自己拉回來，專注於正在做的事。如果你什麼事也沒做，也沒關係，就享受此刻的悠閒吧。

現在，請把所有的心神集中在自己的呼吸，只要去感受吸氣和吐氣這個簡單的動作。如此一來，你就可專注於內在（規律的呼吸）或外在（注意到周遭的東西和聲響）。只要你能專注於呼吸或是當下的經驗，就能為身體的細胞帶來好處。

你將在全書各處看到鞋帶及其尖端的塑膠箍。凡是看到這樣的圖示，就請你把心思拉回當下，深呼吸，想像你身上的端粒將因這樣均勻規律的呼吸，而變得更長。

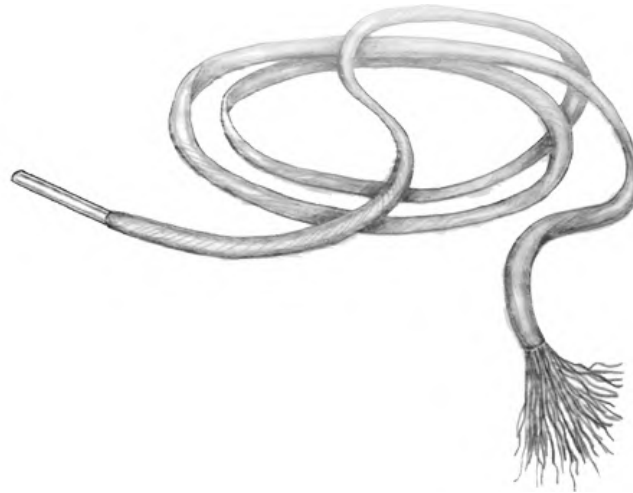


圖4 想像你自身的鞋帶

我們將用鞋帶的尖端來比喻端粒。這個尖端的塑膠箍愈長，就愈不會磨損。從染色體來看，端粒愈長，染色體和細胞比較不會出現警訊。

第一部

端粒：青春洋溢的關鍵

第1章

細胞早衰，會讓你身心都衰老

請你問自己這幾個問題：

1. 我看起來多老？

- “我看起來比實際年齡年輕。
- “我看起來和實際年齡差不多。
- “我看起來比實際年齡老。

2. 我覺得自己的身體健康狀態如何？

- “我的健康狀態比大多數同年齡的人好。
- “我和大多數同年齡的人差不多健康。
- “我的健康狀態比大多數同年齡的人差。

3. 我感覺自己幾歲？

- “我感覺自己比實際年齡年輕。
- “我感覺自己和實際年齡差不多。
- “我感覺自己比實際年齡老。

這三個問題都很簡單，但你的答案將顯示你健康和老化的重要趨勢。看起來比實際年齡老的人，可能因為端粒變短而頭髮花白、膚質變差。身體健康不佳的原因很多，但提早進入抱病壽命，常是細胞老化的徵兆。研究顯示，跟覺得自己比生理年齡年輕的人相比，覺得自己比生理年齡老的人將比較早進入抱病人生。

我們聽到有人說擔心自己變老，通常是指他們害怕進入漫長的抱病壽命。他們擔心自己連爬樓梯都有問題，害怕萬一接受開心手術，

需要很長的時間才能復原，擔心必須靠氧氣筒呼吸，害怕骨質流失，害怕身軀變得佝僂，恐懼記憶喪失或是連心智能力都失去。他們擔心若是失去身體的基本功能，就無法擁有健康的社交生活，甚至得依靠別人，才能活下去。其實，年老不一定會如此可怕。

如果針對本章一開始提出的三個問題，你的答案是你看起來以及你自己的感覺，都比實際年齡要來得老，那是因為你的端粒損耗速率太快了。這些縮短的端粒傳送訊息給你的細胞，使你的細胞加快老化速率。雖然這種情況令人恐懼，但是請你記住，你可以從細胞的層次開始對付早衰。

然而，所謂「知己知彼，百戰百勝」，你必須了解敵人，才能擊敗敵人。因此，在本書開頭，我們將使你在開始戰鬥之前，就有充分的知識。我們將在第1章探討細胞早衰是怎麼回事。你將近距離觀看老化細胞，看看這些細胞如何破壞你的身體和腦部。你也將發現，為何大多數可怕的疾病和端粒變短、細胞老化有關。接下來，在第2章〈長端粒的力量〉和第3章〈端粒酶：使端粒復元的酵素〉，我們將使你了解端粒和端粒酶的作用——如何使人提早進入抱病壽命，又如何使我們的細胞長保健康。

幹細胞—執行細胞分化、更新的任務

你可以把人體想像成一籃滿滿的蘋果。健康人體細胞就像新鮮、表皮有光澤的蘋果。萬一籃子裡有一顆爛蘋果呢？這顆爛蘋果不只是不能吃，還會使周遭的蘋果變腐爛。你體內的老化細胞就像爛蘋果。在我們解釋這點之前，得先回到這個事實：身體健康非常依賴需要經常再生的細胞。

細胞再生就是指同種細胞的增生，譬如以下身體組織中的細胞：

- 免疫系統
- 消化道
- 骨頭
- 肺臟
- 肝臟
- 皮膚
- 毛囊
- 胰臟
- 心血管系統的內襯
- 心臟的平滑肌
- 腦部的某些部分，包括海馬（大腦的學習和記憶中心）

這些重要的身體組織若要維持健康，組織中的細胞就必須經常更新。你的身體有一套精準的調整校正系統，知道哪些細胞必須換新。雖然我們體內的組織不管經過多少年看起來完全一樣，其實組織裡的細胞已經汰換過不知幾回。身體會以正確的速率讓一定數量的細胞更新。如本書〈前言〉中所述，有些細胞分裂的次數有限制。如果細胞永遠無法更新，身體組織就會老化，功能衰退。

我們組織中的細胞源於幹細胞。幹細胞是原始、未分化的細胞，能經由分裂和分化，變成種種有專門功能的特別細胞。幹細胞存活於幹細胞匿居（stem cell niche，又稱幹細胞龕、或幹細胞巢）。幹細胞匿居就像受到嚴密保護的貴賓室，幹細胞在執行分化、細胞更新的任務之前，都在此休眠。

幹細胞匿居通常位於幹細胞即將取代的組織之內或附近。皮膚的幹細胞就在毛囊下，有些心臟的幹細胞則位於右心室壁，肌肉幹細胞則深藏於肌肉纖維底下。如果不需要新的細胞，幹細胞就會一直留在

匿居之中。組織需要補充新細胞時，幹細胞就會出動。幹細胞會分裂和增生，因此有時又叫做「前驅細胞」。這些前驅細胞會分化成身體組織需要的細胞。如果你生病了，需要更多的免疫細胞（白血球），在骨髓內剛分化完成的血液幹細胞，就會進入血流之中。你的消化道內襯在正常的消化過程會經常受損，你的皮膚表皮細胞會不斷脫落、再生，這些組織的補充都得靠幹細胞。如果你在慢跑時不慎撕裂小腿肌肉，你的肌肉幹細胞就會分裂，每個幹細胞都能變成兩個全新的細胞，其中一個取代原先的幹細胞，留在舒適的幹細胞匿居中，另一個則分化為肌肉細胞，彌補損傷的組織。

要保持健康或是從傷病中復原，擁有充足、可不斷再生的幹細胞是最重要的關鍵。

老化細胞和健康細胞有何不同？

但是，如果細胞因為衰老，細胞端粒變得太短，就無法發送出發裂和複製的訊號，細胞週期因而陷入停滯，細胞就不再能夠更新。如果幹細胞老化，就會永遠退休，即使組織有需要，也無法離開幹細胞匿居。身體組織中的細胞老化之後，只能留在原來的地方，而無法發揮功能。由於這種衰老細胞內的發電廠（也就是粒線體）經常故障，因而常出現能量不足的危機。

而且，由於衰老細胞的DNA無法和細胞其他部分溝通，這樣的細胞就會狀況百出，細胞內部擠滿了異常的蛋白質和一團團咖啡色的垃圾，也就是所謂的脂褐素（lipofuscin），會造成眼睛的黃斑部病變和一些神經性病變。更糟的是，這些衰老細胞就像籃子裡的爛蘋果，會以促發炎物質的形式發送假警報，傳送到身體其他部分。

人體各種不同的細胞都會經歷老化的基本過程，不管是肝細胞、皮膚細胞、毛囊細胞、或是血管內襯細胞。但因細胞的種類和所在組

織，衰老細胞的異常表現各有不同。骨髓裡的細胞衰老之後，血液細胞和免疫細胞就不會正常分裂，或是使生成的血液細胞比例失衡。胰臟裡的衰老細胞無法正確接收訊息，因而無法調節胰島素的分泌。腦部的衰老細胞可能會分泌一些物質，致使神經元死亡。雖然大多數細胞老化的基本過程類似，但細胞表達老化過程的方式可能對身體造成各種不同的損傷。

因此，老化可定義為：「功能持續受損，導致能力退化，因而無法應付環境的刺激與傷害。」老化細胞不再能夠正常因應壓力，不管壓力是來自身體或心理。¹ 這個過程是持續不斷的，讓我們悄悄的、慢慢的罹患各種老化疾病。追本溯源，造成這些疾病的一個原因，就是端粒變短和細胞老化。如果要更進一步了解老化與端粒，且讓我們回到本章開頭提出的三個問題：

1. 你看起來多老？
2. 你覺得自己的身體健康狀態如何？
3. 你感覺自己幾歲？

小鼠實驗證實：淘汰衰老細胞，可逆轉早衰

有一項實驗，追蹤研究一群早衰的小鼠（mouse）。這些小鼠都是透過基因改造，使其體內細胞提早老化。這些小鼠確實出現早衰的現象：體內貯蓄脂肪變少、出現皺紋、肌肉萎縮、心臟無力、且出現白內障。有些小鼠很早就因心臟衰竭而死。接下來，研究人員移除小鼠的老化細胞，很多早衰症狀就消失了。原本得了白內障的小鼠，視力恢復了，肌肉萎縮的則慢慢變得強健，由於貯蓄的脂肪增多，皺紋就不見了，健康壽命也得以延長。

²

這個實驗證實：衰老細胞確實是控制老化過程的關鍵！

細胞早衰之一：你看起來很老

年齡會在我們的皮膚留下斑點。年齡使我們頭髮花白。由於骨質流失，我們無法挺直腰桿，變得身形佝僂。衰老是人生必經的過程，但是如果你最近曾參加高中同學會，就會發現老化的速率與方式各有不同。

你二十幾歲參加高中畢業十週年同學會時，你會發現有的同學一身嶄新、昂貴華服，有的同學雖然一樣盛裝出席，但衣服看起來有點老舊了。有些同學展示自己在工作上的成就、自己開的新創公司業務蒸蒸日上，然而有的同學則默默在一旁狂飲威士忌，自憐自艾。這似乎不是很公平。但從身體的狀況來看，不管功成名就或是窮愁潦倒、快樂或悲傷，所有的同學看起來都差不多，都是二十來歲的年輕人。他們的頭髮烏黑亮麗、皮膚光滑，還有幾個同學甚至要比十年前畢業的時候再高個幾公分。每個人都正值青春年華，散發年輕的光采。

但是又過十年之後，再開同學會，景況就有些不同了。你發現老同學有些十足已是中年人的模樣，耳朵、髮根冒出不少白髮，皮膚出現斑點，色澤暗沉，眼角的魚尾紋變深了。有的已經有啤酒肚，甚至有點駝背。這些同學老得特別快。

但還是有一些同學似乎老得比較慢。即使畢業二十年、三十年、四十年、五十年、六十年，這些同學雖然明顯頭髮、臉部和身體都有改變，但變化得很慢，即使變老也不失優雅。

你將會發現，一個人外表老化的快慢以及是否能「老當益壯」，或多或少都和端粒有關。

皮膚老化

皮膚外層，也就是皮膚表皮，是由能不斷自我補充的增生細胞所構成。有些皮膚細胞（如角質細胞）會製造端粒酶，因此不會損耗、老化，只是自我補充的能力會變差。³ 在這看得見的皮膚外層之下，

則是皮膚纖維母細胞形成的真皮。這層細胞會生成膠原蛋白、彈性蛋白和生長促進因子，是皮膚表皮健康、豐盈的基礎。

隨著年齡漸增，皮膚纖維母細胞分泌的膠原蛋白和彈性蛋白會愈來愈少，致使可見的皮膚外層看起來老化、鬆弛。皮膚老化之後因為失去脂肪墊和玻尿酸（hyaluronic acid，又稱透明質酸，是皮膚與關節的天然保濕劑），因此變薄，通透性變大。⁴ 此外，黑色素細胞老化後，皮膚將變得更蒼白，也會導致老年斑的生成。簡而言之，皮膚老化會出現斑點、變得蒼白、鬆弛，加上皺紋的生成，這些主要都是因為纖維母細胞對外層細胞的支援日漸無力的緣故。

老年人的皮膚細胞常會失去分裂的能力，但是有些老人的皮膚細胞仍會繼續分裂。研究人員觀察這些老人的細胞，發現他們的細胞比較能抵抗氧化壓力，端粒也比較長。⁵ 雖然端粒短不一定是造成皮膚老化的原因，但端粒依然是關鍵之一，特別是長期日光照射對皮膚造成的損害（亦即所謂「光老化」）。

來自陽光的紫外線會對端粒造成損傷。⁶ 德國海德堡癌症研究中心的研究員博坎普（Petra Boukamp）及同事，比較了常接受陽光照射的皮膚部位（頸部）和陽光照不到的部位（臀部），發現頸部外層細胞的端粒因遭到陽光破壞而出現損耗，而臀部皮膚幾乎完全沒有這樣的跡象。由此可見，免於遭受陽光曝曬的皮膚細胞，比較不會老化。

骨質流失

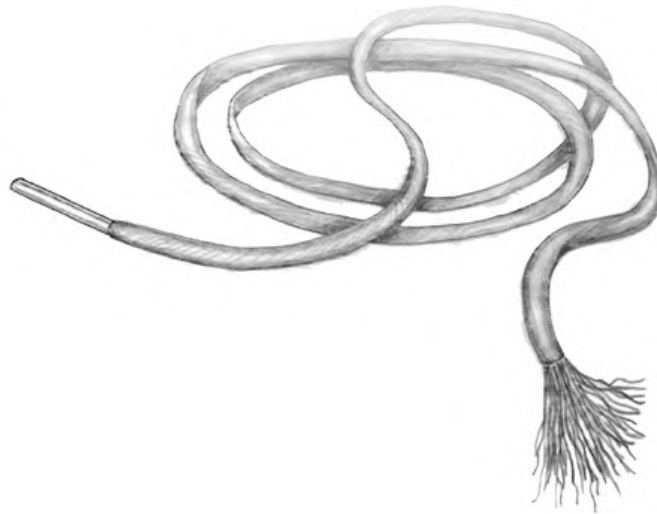
在你有生之年，骨頭組織將不斷再造。健康的骨質密度取決於造骨細胞與蝕骨細胞的平衡。造骨細胞上的端粒健康，才能一直分裂，自我補充。如果你造骨細胞上的端粒太短，造骨細胞就會老化，無法趕上蝕骨細胞增生的速率。一旦失去平衡，蝕骨細胞就會侵蝕你的骨頭。⁷ 此外，端粒變短，衰老的骨細胞就容易發炎。在實驗室環境之

下繁殖出來端粒特別短的小鼠，很早就出現骨質流失和骨質疏鬆的問題。⁸ 因罹患遺傳性疾病導致端粒變得極短的人，也有這樣的問題。

頭髮花白

打從出生開始，每個人的頭髮都有顏色。頭髮的構造分為毛囊和髮幹，髮幹是毛囊製造的角質蛋白。我們的髮色源於毛囊中的黑色素細胞（譯注：黑色素分為兩種，一種是不含硫原子的真黑色素，會讓頭髮呈黑色或褐色，而含硫原子的棕黑色素，則會讓頭髮變成金色或紅色），如果毛囊缺乏這種天然的色素細胞，就會長出白髮。毛囊中的幹細胞會生成黑色素細胞。若這些幹細胞的端粒耗損掉了，來不及補充，長出來的頭髮就會是白髮。所有的黑色素細胞都死亡之後，頭髮就會完全變白。黑色素細胞對化學藥品和紫外線都很敏感。根據《細胞》（Cell）期刊刊登的一篇研究報告，接受紫外線照射的小鼠，因毛囊中的黑色素細胞受損，因此毛皮變白。⁹ 由於基因突變致使端粒變得極短的小鼠，也會較早長出白毛，但只要小鼠黑色素細胞中的端粒酶增多，毛皮又會變灰黑。¹⁰

各色人種頭髮變白的速率各有不同，非裔美國人較不易長出白髮，其次是亞洲人，最容易長出白髮的則是金髮的人。¹¹ 至少有一半的人在四十幾歲開始長白髮，至六十歲出頭，約有九成的人已白髮蒼蒼。大多數人都是到了四十幾歲，頭髮才開始出現花白，只有少數人在三十幾歲就長了不少白髮，或許是因為基因突變，他們毛囊的黑色素細胞端粒變短的緣故。



還記得這張圖的意思嗎？請參看「前言」章末的解釋。

外表是否是健康的鏡子？

你或許會這麼想：「就算我長了幾根白頭髮，或是眼睛附近出現一點魚尾紋，又有什麼大不了的？外表看起來年輕又怎麼樣？重要的應該是實際的健康狀態吧？」這麼想也沒錯。的確，最重要的應該是健康，而非外表。

問題是：外表是否能反映出身體內在的健康狀況？研究人員曾要求受過特別訓練的評量人員，從照片估算一個人的年齡。¹² 結果發現，看起來比實際年齡老的人，平均而言，其端粒較短。這點並不讓人驚訝，畢竟端粒長短與皮膚的老化和白髮多寡有關。如果外表看起來比較老，我們就得擔心是否身體狀況不佳。看起來比較老的人，一般而言身體比較虛弱，記憶力較差，空腹血糖和腎上腺皮質醇濃度都比較高，也有心血管疾病的早期徵兆。¹³

當然，外表的影響非常小。我們不必太悲觀，畢竟體內健康才是最重要的。然而，如果你比實際年齡看起來老，面容憔悴，還是要當心，因為這或許代表你的端粒需要更多的保護。

細胞早衰之二：你覺得自己的身體健康狀態不佳

你覺得自己的身體健康狀態如何？如果你好好想想這個問題，就知道短端粒對你的細胞和健康，會造成多大的破壞。

再以高中同學會為例，如你在畢業二、三十年之後參加同學會，就會發現很多同學已為老化疾病所苦。然而他們不過四十多歲或五十多歲，還不算年老。為什麼明明還是青壯年，身體卻已老態畢露？為什麼他們這麼早進入抱病壽命？

長期發炎造成的老化

如果在同學會上，你能透視每一個人身上的細胞，衡量其端粒長度，豈不有趣？如果能夠如此，你將會發現：端粒最短的那些同學身體都有病痛，比較虛弱，譬如得了糖尿病、心血管疾病、肺病或免疫系統較弱等。你也許還會發現，端粒最短的人有慢性發炎的問題。年紀愈大，愈容易有發炎問題，而發炎也是一些重要老化疾病的成因，也就是科學家所說的「發炎老化」（inflamm-aging）。這是隨著年齡漸增，體內出現持續、低度的發炎，長久累積下來的結果。發炎老化的原因如蛋白質遭到破壞，端粒損傷也很常見。

細胞的基因一旦遭到破壞，或者端粒太短，細胞就知道其寶貴的DNA有危險了。在這種情況下，細胞會透過重新編程，將帶有求救訊號的分子傳送到其他細胞。這些分子即所謂「與細胞衰老相關的分泌性蛋白」（senescence-associated secretory phenotype, SASP）。如果一個細胞因為損傷而老化，就會發送訊號到鄰近的免疫細胞及有修護功能的細胞，請這些細胞協助，以助其復原。

但這個過程可能出現嚴重錯誤。老化細胞中的端粒可能對DNA的受破壞，產生異常反應。如果端粒只想保護自我，即使細胞已傳送了求救訊號，端粒仍不肯讓細胞接受救援。就像有人在面對急難之時，

不肯放鬆防衛，反而頑固的抵禦援軍。變短的端粒可能在老化細胞中固守好幾個月，儘管細胞不斷發送求救訊號，仍然不肯讓細胞採取行動，以修護受損的部位。

如此一來，就算一直傳送十萬火急的求救訊號也於事無補，最後可能帶來嚴重後果。此時，受損、老化的細胞就像籃子裡的爛蘋果，開始影響周遭組織。與細胞衰老相關的分泌性蛋白（SASP）會使促發炎的細胞介素（proinflammatory cytokine）出現在體內各處，引發全身的慢性發炎反應。

發現SASP的人是巴克老化研究所（Buck Institute of Aging）的康碧喜（Judith Campisi），她已證明這些細胞會創造有益癌細胞生長的环境。

近十年，科學家已知源於SASP等的慢性發炎會造成很多疾病。短期、急性的發炎來得快，好得也快，但長期、慢性的發炎則會干擾身體組織的正常運作。例如，慢性發炎會使胰細胞異常，無法適量分泌胰島素，因而造成糖尿病。慢性發炎也可能使血管壁形成斑塊，而斑塊剝離，就會產生心血管栓塞、或是造成血管壁破裂。慢性發炎也會使身體免疫反應失常，轉而攻擊自己的組織。

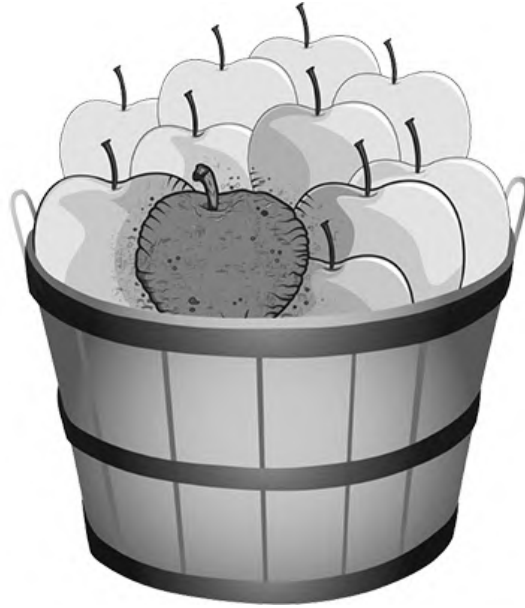


圖5 一籃蘋果中的爛蘋果

對這一整籃蘋果而言，每一顆蘋果的健全都很重要。如果這籃蘋果中有一顆爛了，散發的氣體會使其他蘋果跟著腐爛。同樣的，衰老細胞會傳送訊號到周遭細胞，引發促發炎反應、以及促成「細胞腐爛」的因子。衰老細胞就像是一籃蘋果中的爛蘋果。

發炎破壞力很大，上述只是幾個最顯著的例子。發炎引發的疾病多不勝數，就這樣一步步把我們送上死路。下列疾病都和慢性發炎有關：心臟病、腦部疾病、牙周病、克隆氏症（發炎性腸道疾病）、乳糜瀉、類風濕性關節炎、氣喘、肝炎、癌症等。這也就是為何科學家如此重視發炎老化，因為這是真實的危機。

如果你想減緩發炎老化，如果你想要盡可能延長健康壽命，就得避免慢性發炎。控制發炎意謂保護端粒。由於細胞的端粒過短，將會不斷發送發炎訊號，因此你得設法讓端粒保持健康的長度。

心臟病與短端粒

我們身上的每一條血管，從大血管到小血管，血管內層都有一層內皮（endothelium）。如果你希望你的心血管系統保持健康，血管內皮細胞就得經常更新，才能保護內襯，不讓免疫細胞從缺口進入動脈血管壁之中。

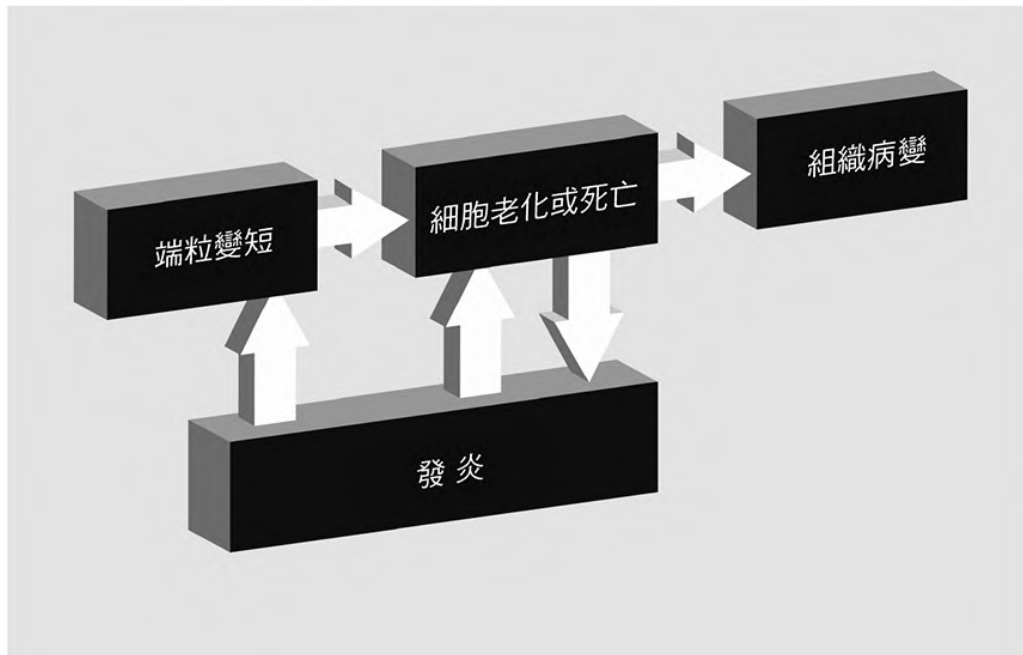


圖6 從短端粒到疾病的生成

端粒變短，會讓人提早罹病。端粒變短，會導致細胞老化。如果幸運，我們得以及早淘汰這樣的老化細胞，但老化細胞也可能一直存在組織當中。人類衰老的原因有很多，常見的一個因素就是端粒遭到破壞。老化細胞累積數十年、多到一定的數量，就會成為病變組織的基礎。發炎會使端粒變短、細胞老化；而細胞老化也會反過來，激發更多的發炎反應。

有些人因為白血球細胞中的端粒太短，比較容易罹患心血管疾病。（通常，血球細胞的端粒若過短，其他組織如血管內皮細胞的端粒也會很短。）因遺傳變異而端粒變得較短的人，也比較容易有心血管疾病問題。¹⁴

如果在所有人口當中，你血球細胞中的端粒長度不及其他三分之二的人，那你未來罹患心血管疾病的機率將會高出40%。¹⁵ 為什麼？儘管我們還未能完全了解所有的罹病路徑，但可以確知血管細胞的老化是其中一個因素：短端粒使細胞早衰，血管內皮細胞就無法更新，血管內襯就會變得脆弱、粗糙，因此容易發生病變。研究人員發現，已生成斑塊的血管組織，細胞端粒也變得很短。

此外，血球細胞的端粒太短也會引發發炎反應，為心血管疾病鋪路。發炎細胞會黏附在動脈側邊，捕捉膽固醇，形成斑塊，或使原有的斑塊容易脫落。如果斑塊脫落，血栓就會在斑塊上形成，造成動脈

阻塞。如果阻塞的動脈是冠狀動脈，就會截斷心臟血流的供應，造成心肌梗塞。

肺部疾病與短端粒

患有氣喘、慢性阻塞性肺病（COPD）和肺纖維化（發生在肺部的不可逆嚴重病變，肺組織會變硬、結痂、纖維化，造成呼吸困難）的病人，免疫細胞及肺部細胞中的端粒，要比健康的人來得短。

肺纖維化的病人，端粒受損的情況尤其嚴重；許多不幸罹患肺纖維化的人，是因為他們的端粒維持機制發生了基因突變。研究人員循著這條線索，發現了更多事實：端粒維持機制出現缺陷，是多種肺部疾病的共通點，例如慢性阻塞性肺病、氣喘、肺部感染和肺功能不佳等。端粒維持機制差，肺部幹細胞和肺部血管就容易老化，無法補足肺部組織所需的新細胞。再者，免疫細胞的老化也會助長促發炎環境的生成，造成肺部負擔，肺部功能於是日益低下。

細胞早衰之三：你感覺自己年紀大了

讓我們再回到同學會的現場——這回是高中畢業四十週年的同學會，你們這一班的同學都快六十歲了。此時，你開始發現有些同學出現認知變得遲緩的跡象。或許你很難說出這些人到底是哪些地方不對勁，但你發覺他們似乎有點糊塗、心不在焉、難以專注或是拙於察言觀色。他們或許一下子叫不出你的名字，得好好想一下。

我們會覺得歲月不饒人，多半是由於這種心智遲鈍。

認知衰退與阿茲海默症

可以想見，較早出現認知問題的人，端粒通常也比較短。隨著年齡漸增，這種現象將會愈來愈嚴重。在一項以七十歲的健康老人為研

究對象的調查研究當中，研究人員預測端粒較短者將在幾年後出現認知衰退的問題。¹⁶ 雖然在年輕成人身上，看不出端粒與認知能力之間的關聯，但在之後的十年當中，端粒大幅變短者，可以預期認知功能將會變差。¹⁷ 研究人員對端粒長度與腦筋靈活的關聯很感興趣。如果一個人的端粒很短，將來是否比較容易罹患失智症或阿茲海默症？

在美國德州進行的一項令人印象深刻的大型研究，有助於解開謎底。¹⁸ 研究人員在達拉斯郡募集了將近二千位受試者，為他們做腦部造影。該研究的控制變項包括年齡、抽菸與否、性別、以及是否帶有 *APOE-epsilon 4* 基因。如帶有 *APOE-epsilon 4* 基因，罹患阿茲海默症的風險就會增加。

正如研究人員預料的，年紀大了之後，幾乎每個人的腦部都有若干萎縮的跡象。接著，研究人員觀察受試者腦部與情感及記憶有關的部位，例如有助於記憶的形成、組織與儲存的海馬（hippocampus）。因為海馬，我們的感官和情感才會和記憶有所連結。譬如，一盒新的橡皮擦散發的氣味，讓你不禁回想起第一天上小學的情景。由於感官和記憶相連，你才能想起小學的事。德州研究人員發現，白血球中的端粒較短的人（白血球端粒長度是全身細胞端粒長短的指標），與端粒較長的人相比，海馬也變得比較小。海馬的細胞必須不斷再生，因此如果你希望擁有良好的記憶力，身體就得補足海馬所需的新細胞。

端粒短的人不只是海馬比較小，腦部邊緣系統的其他區域也變小了，包括杏仁體（amygdala）、顳葉和頂葉。這些區域和海馬，與我們的記憶、情感和壓力調節息息相關；而罹患阿茲海默症的病人，這些區域都萎縮了。根據達拉斯的這項研究，白血球的端粒短，顯示腦部已老化。這種細胞老化也許只發生在海馬，也有可能出現在全身，不管如何都可能是失智症的前兆。對於帶有 *APOE-epsilon 4* 基因者，維護端粒健康特別重要，因為他們可能因此提早罹患阿茲海默症。有一項研究發現，如果你帶有 *APOE-epsilon 4* 基因而且端粒較短，與帶有同

樣基因但端粒較長的人相比，你英年早逝的機率，將比他們大上九倍。¹⁹

短端粒也可能直接造成阿茲海默症。常見的基因變異（如*TERT*和*OBFC1*基因）就會導致短端粒。只要帶有一個這樣的變異基因，罹患阿茲海默症的機率就很可能會增加。²⁰ 端粒不只是一種標記或附帶現象，端粒如果太短，將會導致腦部某些部位的老化，使人容易罹患神經退化性疾病。

TERT 和 *OBFC1* 基因，與端粒的維護機制有關。關於這點，目前科學界掌握的證據愈來愈多。如果你希望腦部靈光，請多為你的端粒著想吧。如果你想致力於腦部老化的研究，請參看書末〈參考資料〉提到的研究機會。²¹

人老心不老

如果你出席了畢業四十週年同學會，你上臺詢問這群已將近六十歲的同學，若感覺自己就像六十歲的人，請舉手。結果很有意思。大多數的人（75%的人）感覺自己比實際年齡年輕。即使年華逝去，即使你駕照上印的出生年月日告訴你，你已經老了，很多人仍覺得自己還年輕。²² 這種對老化的反應具有適應優勢。如果你覺得自己比實際年齡年輕，代表你對人生與個人成長的滿意度較高，與他人的社會連結也比較緊密。²³

要擁有健康的老年生活，必須先改變你對年老的刻板印象

你得小心你對老年人的想法。如果負面的老年刻板印象已深植於你的腦海，就會形成年齡刻板印象——這種印象對你的健康不利。耶魯大學心理社會學家李維（Becca Levy）稱這種現象為「刻板印象的具體表現」。即使把目前的健康狀況納入考量，對年老的看法是正面或負面，會影響一個人的行為。²⁴ 對年老具有負面看法者，認為生病不可預期，也不會盡力維護健康，例如依照醫囑服藥。這樣的人死於心肌梗塞的機率要多出二倍以上，年老之後，記憶力也會急遽惡化。他們若是受傷或生病，復原得也比較慢。²⁵ 另一項研究

顯示，老年人經常會陷入年齡刻板印象，思考與行動變得遲鈍，心智功能測驗得分甚至和失智症病人一樣低。²⁶

感覺年輕和想要變得年輕是兩回事。想要變得年輕（例如一個五十多歲的人希望自己能夠變成三十歲）通常會比較不快樂，對人生不滿足。一心想要變得年輕、回到過去，只是痴心妄想。面對年華不再的現實，最重要的就是接受現在的自我，以及努力維持身心健康。

即使你對年老的看法很負面，你還是可以努力改變。下面的刻板印象表，來自李維的年齡印象量表（Image of Aging Scale）。²⁷ 你可以想像自己擁有健康、快樂的老年生活，具有這張表格列出的正面特質。萬一你發覺自己陷入負面想法，那就盡快把自己拉回正面那邊。

你對年老的印象為何？	
愛抱怨	樂觀
依賴	有獨立自主能力
遲鈍	充滿活力
虛弱	堅強自立
孤獨	有想活下去的強烈意願
困惑	有智慧
懷舊感傷	情緒複雜
不信任別人	人際關係緊密
尖酸刻薄	心中有愛

老年人的情緒樣貌為何？

儘管我們總覺得老年人脾氣不好、討厭年輕人，史丹佛大學研究人員卡斯滕森（Laura Carstensen）指出，我們的日常情感經驗會隨著年齡的增加，而變得豐富。

一般而言，老年人在日常生活感受到的正面情緒，要比負面情緒來得多。這種經驗並非純粹的快樂。我們年老之後，常會有悲喜交加之感，因此笑中有淚，或是同時湧現驕傲

和憤怒的感覺——這就是所謂的「情緒複雜」。由於各種情緒交疊在一起，就比較不會像年輕人那樣情緒起伏，也較能掌控自己的感覺。

正面和負面情緒摻雜在一起，其實要比純粹正面或純粹負面的情緒容易控制。因此，光從情緒來看，老年人會覺得比較好過。情緒的複雜度提升、加上掌控得宜，意謂生活經驗更加豐富。情緒比較複雜的人，健康壽命也比較長。²⁹

老年醫學研究人員發現，人到年老之時依然對親密關係與性事感興趣。雖然我們的社交圈變小了，但這大抵是我們選擇的結果。隨著時光流逝，我們在社交圈只保留最有意義的關係，斬除會帶來麻煩和困擾的關係。如此一來，我們就能有更多正面的情緒，壓力也會減輕。我們把事情的先後緩急安排得更好，也把時間留給對我們來說最重要的事情上。或許這就是年老的智慧。

如果你願意努力去想像更好、更健康、更有活力的老年生活，必然會有回報。李維提醒我們，年老也有好處——像是了悟自性與享受辛苦一生的成就。她曾測試老年人面對壓力的情況，發現與對照組比較，老年人的壓力反應較低（心跳較慢、血壓也較低）。³⁰ 有句話說得好：「年老只是件心事，如果你不放在心上，那就沒關係了。」

兩種老後人生

請在這裡暫停一下，想像如果你的端粒太快變短、細胞出現早衰現象，你的未來可能會如何。透過這樣的練習，細胞早衰就會變得比較真實。再想想，你不希望自己在四十幾歲、五十幾歲、六十幾歲、或是七十幾歲之時，經歷哪一種老化的過程？你是否恐懼下列情況發生在你身上？

- 我的腦子變得遲鈍。我跟年輕同事說話時，發現他們目光呆滯，八成覺得我講話不知所云。
- 我常因為上呼吸道感染而必須臥床，我似乎很容易生病。
- 我覺得呼吸費力。
- 我的腳會麻木。
- 我覺得自己腳步不穩，害怕摔倒。

- 我覺得好累，什麼事都做不了，因此整天坐在沙發上看電視。
- 我偷聽到孩子在說：「換誰照顧老媽？」
- 我不能像過去一樣照計畫旅行，因為我隨時可能需要就醫，不能離醫師太遠。

這些陳述，顯示一個人已進入抱病壽命早期，也就是你討厭的生活型態。你的父母或祖父母也許都有這樣的迷思：人只能健健康康的活個幾十年，接下來免不了會生病或是厭世。很多人到了六、七十歲就覺得這輩子已經差不多了，於是他們穿著運動褲，躺在舒適椅上，整天看電視，直到生病臥床，就此一病不起。

現在，請你再設想一種完全不同的未來：你的端粒長而健康，細胞也還能不斷更新。這幾十年的健康人生看起來如何？你可以想到任何模範人物嗎？

年老總是和很多負面的形容詞連結在一起，因此大多數人都寧可不去想這回事。你的父母或祖父母可能很早就生病、或是到了某一個年齡就放棄積極的人生了，因此你或許難以想像健康、積極、活力充沛的老年生活。但是，如果你能清晰的想像出自己老年想過的生活，儘管無法阻止歲月的腳步，你仍有明確的努力目標；因此你會不斷努力，以維持端粒的長度和細胞的健康。如果你能用正面、積極的態度面對老化，根據一項研究，與態度消極者相比，你的壽命或許可以延長七年半！³¹

至於老當益壯的模範，我們第一個想到的人就是筆者的朋友瑪麗珍。瑪麗珍是個性開朗的分子生物學家，現居巴黎，已經八十多歲。她有著一頭白髮，滿臉皺紋，背也有點駝了，但她看來容光煥發，頭腦靈光。我（伊莉莎白）和瑪麗珍最近曾在一個中午碰面，我們一起吃午餐，然後參觀小皇宮博物館。我們在博物館裡不斷上樓、下樓，

看了大部分的展覽。之後，走路到拉丁區逛書店。六個小時後，瑪麗珍依然精神抖擻，健步如飛，而我已經累得快走不動了。我提議打道回府（我說瑪麗珍需要休息了），但瑪麗珍說，我們還有一個地方得去看看。我的腳痛死了，實在無法再走，只想回家，倒在床上，因此不得不撒了個謊，說我還跟人有約，不得不回去了。

瑪麗珍在很多方面都符合「健康老化」的定義：

- 多年來，她一直對自己的工作有興趣。
雖然她早已過了退休年齡，仍每天到她工作的研究機構。
- 她和形形色色的人交往。每個月都會在自己家裡，
為年輕同事舉辦晚餐討論會（以多種語言進行討論）。
- 她住在一間公寓的五樓，公寓沒有電梯。
有些年輕同事視爬樓梯為畏途，就爽約了。
但是她仍天天在這樓梯爬上爬下，輕鬆自在。
- 她一直對新奇的經驗感興趣，
像是去巴黎的博物館參觀新的展覽。

關於年老，你或許也有自己心目中的模範人物、或是你自己的目標。下面是我們聽過的一些例子：

- 我希望我老了之後，能像女演員茱蒂．丹契（Judi Dench），
特別是在〇〇七系列電影中飾演M夫人那樣的聰明自信。
- 人生就像三幕戲。
在我人生的第一幕戲當中，我努力求學；
第二幕戲則是我的教學生涯；
日後，在第三幕戲，我計劃在非營利機構服務，
協助未婚生子的少年、少女完成學業。

- 我祖父雖然已經七十多歲了，
還帶我們這些小孩去越野滑雪，教我們如何在雪中生火。
我希望在自己老了的時候，也能為孫子做這樣的事。
- 我想，等自己上了年紀之時，
我的孩子也都長大成人，在外地生活，
我雖然會想念他們，但我也會有更多時間。
那時，我應該會欣然同意擔任本系的主任。
- 如果，當我年老，我仍有一顆好奇的心，
還能寫作或是參與某項慈善計畫，我應該會相當快樂。
我希望自己能做些什麼回饋社會，愛這顆美麗的星球，
以及欣賞別人和自己身上的優點。

雖然你的細胞會衰老，但這些細胞不一定會走上早衰之路。大多數人都想要活得久，而且活得滿足，盡可能延緩衰老的時間。

你剛閱讀的章節已告訴你，過早衰老的細胞會如何傷害你。接下來，我們將向您展示那些端粒的細節，以及端粒何以能為我們帶來長壽和健康。

第2章

長端粒的力量

1987年，十二歲的蘿冰在學校運動場上，準備參加一英里長的計時測驗。那是個寒冷的明尼蘇達早晨，正適合跑步，蘿冰身材纖細而結實。雖然她不喜歡這樣的測驗，但她想她的成績應該不錯。結果和她預期的恰恰相反。一鳴槍起跑，班上同學幾乎每個人都超過她。她想急起直追，但同學早已奔向紅泥跑道的另一頭，把她拋在後頭。蘿冰沒偷懶，她已盡力，但她和同學的距離還是愈來愈遠。成績出爐，她是全班跑最慢的一個，最後跑不動了，甚至是慢慢走到終點線，而且已經累得彎下腰，上氣不接下氣。

翌年，蘿冰十三歲，她發現自己長了根白髮，不久又有一根，接著白髮愈來愈多，最後她就像四、五十歲的人那樣頭髮花白。她的皮膚也有了變化——即使只是正常活動，沒遭受嚴重碰撞，她的手腳卻出現莫名其妙的淤青。蘿冰只是個十幾歲的少女，但她老是覺得虛弱無力，長了一堆白頭髮，皮膚變得非常脆弱。她似乎未老先衰。

這些匪夷所思的老化現象，確實發生在蘿冰身上。這是因為她得了一種罕見的端粒功能障礙。這是先天性疾病，她體內細胞中的端粒因而變得極短，細胞也就提早老化。患有端粒功能障礙的病人即使年紀輕輕，老化的步調卻不斷加速前進。以皮膚的黑色素細胞為例，這種細胞因為衰老，致使皮膚顏色不均，生成老人斑，也使病人早生華髮。病人手指甲和腳指甲的細胞因為衰亡太快，來不及補充，因此表面不平整、容易斷裂。在端粒太短的影響之下，骨頭也變老了——因為造骨細胞不再更新，骨頭就難以維持堅固強健。蘿冰的父親也有端

粒功能障礙，骨質流失嚴重、肌肉疼痛不堪，在四十三歲死亡前，已換過兩次髖關節。

但是，對端粒功能障礙的病人來說，衰老的外表和骨質流失並不算太嚴重，更可怕的作用包括肺部結痂、白血球數量極低、免疫系統脆弱、骨髓異常、消化問題、以及某些癌症。這樣的病人儘管症狀不同，壽命長短不一，但通常只能活到四、五十歲。罹患端粒功能障礙的人存活最久的，目前是六十幾歲。

像蘿冰這樣患有嚴重遺傳性端粒功能障礙的病人，我們現在將這種極端病症稱為「端粒症候群」。我們已了解：這種嚴重的遺傳性端粒症候群源於哪個基因出錯（目前這樣的基因已知有十一個）。幸好這種遺傳性端粒症候群極為罕見，每一百萬人，才有一人罹病。蘿冰也很幸運得以利用醫學進步，接受幹細胞移植（包括別人捐贈給她的造血幹細胞）。蘿冰血小板數量的增加，證實移植手術成功。手術前由於蘿冰的造血幹細胞無法修補端粒或更新細胞，她的血小板數低到只剩三、四千（血小板數量過低，就是她在少女時期跑不動的一個原因）；接受幹細胞移植六個月後，她的血小板數幾乎已達二十萬，也就是恢復正常了。

蘿冰現在已三十幾歲，為端粒功能障礙的病人創立了一個倡導組織。和同年齡的人相較，她的嘴角和眼尾有較多的皺紋，她的頭髮幾已全白，有時還會出現嚴重的關節和肌肉疼痛。但是她因為經常運動，而得以控制疼痛。經過幹細胞移植後，她的活力也恢復大半。

嚴重的遺傳性端粒症候群，對我們而言是非常重要的啟示，因為我們細胞中的端粒也會跟蘿冰的一樣，都會隨著年齡增長而變短，只是蘿冰變短的速率極快。即使是健康的人，也會細胞早衰，只是比較緩慢。因此我們可以這麼想：每一個人都會因端粒症候群而老化，只是症狀輕微，而蘿冰和她父親則是最嚴重的例子。罹患遺傳性端粒症

候群的病人，由於細胞早衰速率極快，完全阻擋不了，但其他人就比較幸運。由於我們真的可以控制端粒，因而比較能夠控制細胞早衰。

端粒的控制始於知識——包括對端粒的了解，以及知道端粒長度與日常生活習慣和健康的關係。讓我們從一個令人出乎意外的地方，也就是池塘裡的髒東西，來了解端粒在我們體內扮演的角色。

四膜蟲教我們的一課

四膜蟲（*Tetrahymena*）是生長在淡水水域的單細胞真核生物。牠們會在水中游來游去，尋找食物和交配對象（這種生物的性別多達七種。下次你去池塘戲水的時候，可以想想這個令人好奇的事實。）四膜蟲其實就是池塘裡的髒東西，但這髒東西看起來挺可愛的。如果你把四膜蟲放在顯微鏡底下，就會發現這種生物呈橢圓長梨狀，全身布滿纖毛，看起來毛茸茸的。如果你盯著這小東西一直看，就會發現牠有點像《芝麻街》節目中，那個有著一頭亂髮、喜歡哼唱〈瑪那，瑪那〉的布偶畢普·畢帕多塔（Bip Bippadotta）。

四膜蟲細胞內部有一個細胞核。細胞核就是牠的中央控制中心，這細胞核深藏著分子生物學研究的寶藏，也就是兩萬條完全相同、很短、線狀的染色體。四膜蟲的染色體讓我們得以研究端粒——也就是染色體末端的保護套。因此，筆者（伊莉莎白）在1975年於耶魯大學實驗室，用許多大玻璃瓶培養了好幾百萬隻四膜蟲。我想蒐集四膜蟲的端粒，藉以從遺傳學的角度了解其端粒的結構。

幾十年來，科學家推測端粒能保護染色體——不只是池塘中微生物的染色體是如此，人類的也是。但是沒有人確知端粒是何種物質，也不知道端粒是怎麼運作的。我想，如果我能揭開端粒DNA結構之謎，或許就能了解端粒的功能。這就是我當時的研究動力。當時，仍無人知曉端粒是老化和健康主要的生物學基礎。

我利用洗碗精和鹽的混合液，使四膜蟲的DNA得以脫離細胞，接著以我在英國劍橋大學攻讀博士時學到的化學和生化研究方法，來分析四膜蟲的DNA。我在實驗室暗房的安全燈下，盯著我的研究目標。安全燈散發黯淡、溫暖的紅光，暗房靜悄悄的，只有老式的展開槽傳出一點微弱的水流聲。我把濕答答的X光片放在安全燈上觀看，不由得為親眼所見興奮：染色體的末端出現重複的DNA序列，同樣的序列出現一次又一次。我真的發現了端粒DNA的結構！打鐵趁熱，接下來幾個月，我更深入研究，發現這些小小的染色體末端乍看之下雖然相同，其實仍有一些差異，有些重複的序列較多，有些則比較少。



圖7 四膜蟲

筆者（伊莉莎白）透過對這種微小的單細胞生物的研究，而解開端粒DNA結構之謎，並發現端粒酶。這是有關端粒、端粒酶及細胞壽命最初的重要發現。這也是了解人類端粒的基礎。

沒有其他DNA會有這樣奇特的序列差異。四膜蟲的端粒告訴我們：染色體的末端必有某種特點。我們後來才知道，這一點和人類細胞的健康息息相關。端粒長短的差別，正是有些人比較長壽健康的重要因素。

端粒—染色體的保護者

從濕淋淋的X光片可清楚看到：端粒是由重複的DNA序列構成的。你的DNA就是兩股由許多核苷酸連接而成的長鏈，互相平行，且呈螺旋狀旋轉。DNA核苷酸的含氮鹼基共有四種，分別以A、T、C、G字母代表。還記得小學校外教學參觀博物館時，你必須和同學兩兩牽手一起走嗎？DNA那四個含氮鹼基也是如此。A總是和T配對，C則永遠和G在一起。第一股DNA長鏈就這麼利用兩兩成對的含氮鹼基，和第二股連結起來。這兩兩成對的含氮鹼基就叫鹼基對，而鹼基對就是衡量端粒長短的單位。

人類端粒其中一股是由重複的TTAGGG序列構成，另一股則是AATCCC，連結成雙螺旋的結構。

這些鹼基對會重複出現好幾千次，透過鹼基對的數目的計算，就可衡量端粒長度。（本書圖中的端粒長度，有些是以端粒對單一基因的比率值，即t/s值來呈現，而非鹼基對的數目。）重複序列凸顯了端粒與其他DNA的差異。每一個細胞核中都有二十三對染色體（也就是四十六條染色體），染色體解開後，就是DNA的雙螺旋結構，而一段DNA片段就是基因。

基因是遺傳指令的基本單位，我們的身體就是依照基因藍圖建構出來的。也就是說，成對的鹼基創造出複雜的「句子」，這些句子傳送指令出去，以製造構成我們身體各組織和器官所需的蛋白質。我們心跳是快是慢、眼珠顏色是棕色或藍色，能否擁有長跑選手那樣的長手長腳，就看我們身上的基因。然而，端粒上的DNA則大有不同，這些DNA不在基因之中，而是在基因之外，也就是染色體的末端。因此，端粒不像帶有基因的DNA，既不是藍圖，也不會傳送任何指令。端粒比較像是一種具體的保護裝置，使染色體不會在細胞分裂的過程中受損。你可把端粒想像成包圍四分衛的壯碩球員，必須抵擋來自對手的猛力撞擊，以免球權落入對方手中。



圖8 近看端粒

端粒位於染色體末端，是由許多重複的TTAGGG序列構成，另一條鏈上的鹼基則是AATCCC。序列愈多，端粒就愈長。在這張圖中，我們只畫出端粒的DNA，其實端粒還包裹著蛋白質保護層。

這樣的保護非常重要。在細胞分裂、再生之時，寶貴的染色體必須完全複製，不得有任何缺失，否則我們就無法長高、變得健壯，也不能出現自己特有的身體特徵。但是細胞分裂對於染色體及其中的遺傳物質來說，過程非常凶險，如果沒有保護，染色體就可能斷裂、與其他染色體融合或是突變。要是你的生命藍圖經常出現這樣的失誤，那就完了，突變會造成細胞功能異常、細胞死亡、或是癌細胞增生，使你短命。

由於端粒封住染色體的末端，也就阻止了這種災難事件的發生。這是端粒特別的重複序列傳遞給我們的訊息。1980年代初期，筆者（伊莉莎白）和索斯塔克（Jack Szostak）發現端粒具有這樣的功能。

當時，我把四膜蟲端粒的TTGGGG重複序列純化出來，讓他接到酵母菌的一段線性DNA末端，發現四膜蟲端粒的鹼基對得以在酵母菌細胞分裂時，保護其染色體，使之完好無缺。

由於端粒的保護，編碼的DNA得以完整複製，細胞分裂才不會出錯。可惜每次細胞分裂，染色體末端的端粒就會失去若干鹼基對。隨著年齡增長，細胞分裂次數愈來愈多，端粒就會變得愈來愈短。但如圖9所示，這樣的發展趨勢並非一直線。

凱瑟醫療機構（Kaiser Permanente）有一項有關基因、環境與健康的研究計畫，招募了一萬名志願受試者，測量他們唾液細胞的端粒長度。一般而言，從二十歲開始，端粒就會變得愈來愈短，最短的則是落在七十五歲左右。¹ 有意思的是，超過七十五歲的人，端粒非但沒有變短，甚至比較長。這應該不是端粒變長的緣故，而是端粒較短者很多都在七十五歲前死亡了。（任何老人研究都可以看到這樣的「生存者偏誤」，亦即最老的人反而是健康的存活者。）事實是，能活到八、九十歲高齡的，通常是端粒較長的人。

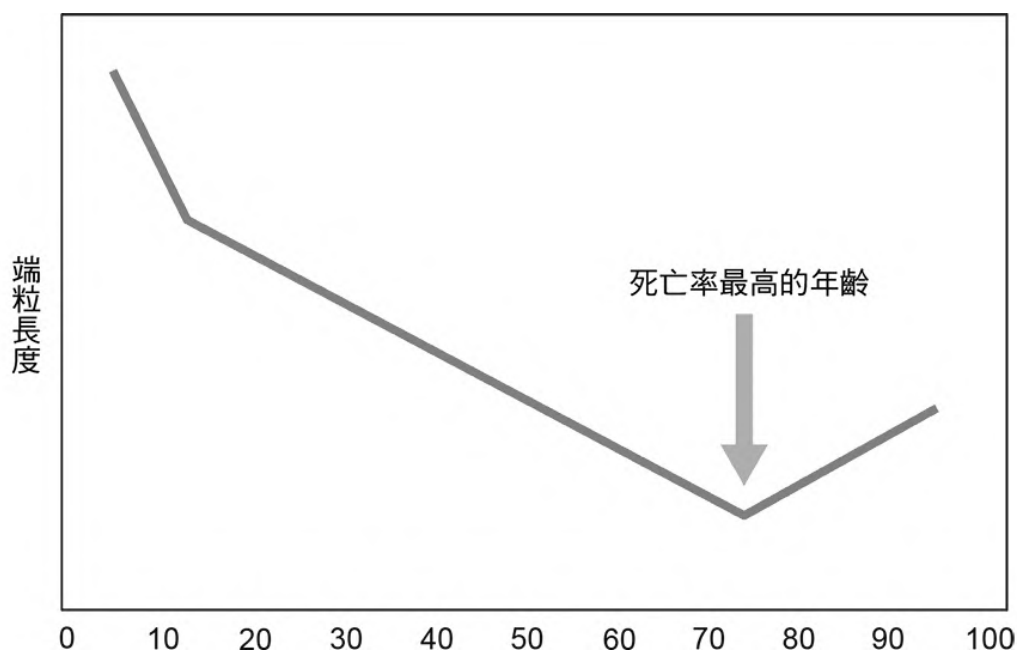


圖9 端粒會隨著年齡增長而縮短

一般而言，年紀愈大，端粒長度就會變得愈短。幼年時，端粒縮短的幅度最大，接下來縮短的速率就沒那麼快。有

趣的是，很多研究發現：許多八、九十歲的人要比七十幾歲的人，端粒來得長。有人認為，能活到這樣的歲數，顯然端粒變得比較長。其實，這就是所謂的「生存者偏誤」。那些八、九十歲的老人，或許從出生開始就具有端粒較長的優勢。

端粒愈短，早衰病故風險愈高

端粒會隨著年齡增加而縮短。但是端粒是否能告訴我們，我們能活多久、或是我們何時會進入抱病壽命？

根據科學研究，答案是肯定的。

由於除了端粒，還有很多因素可以預測死亡時間，並非每一項研究都利用短端粒來預測死亡，只有半數研究是如此，包括規模最大的一項研究——哥本哈根在2015年進行的一項研究中，參與者多達六萬四千人以上。研究結果顯示，短端粒可預測早期死亡風險。² 端粒愈短，則死於癌症、心血管疾病的風險愈大，不分原因的死亡率也比較高。

請看圖10，此圖把端粒從最短到最長者，分為十組。最左邊的是端粒長度為第9個十分位數者（端粒最長的那組），接下來則是端粒長度第8個十分位數者，如此類推，最右邊的則是端粒最短的一組。端粒最長的那組是最健康的，端粒愈短，愈容易罹病，死亡率也就愈高。

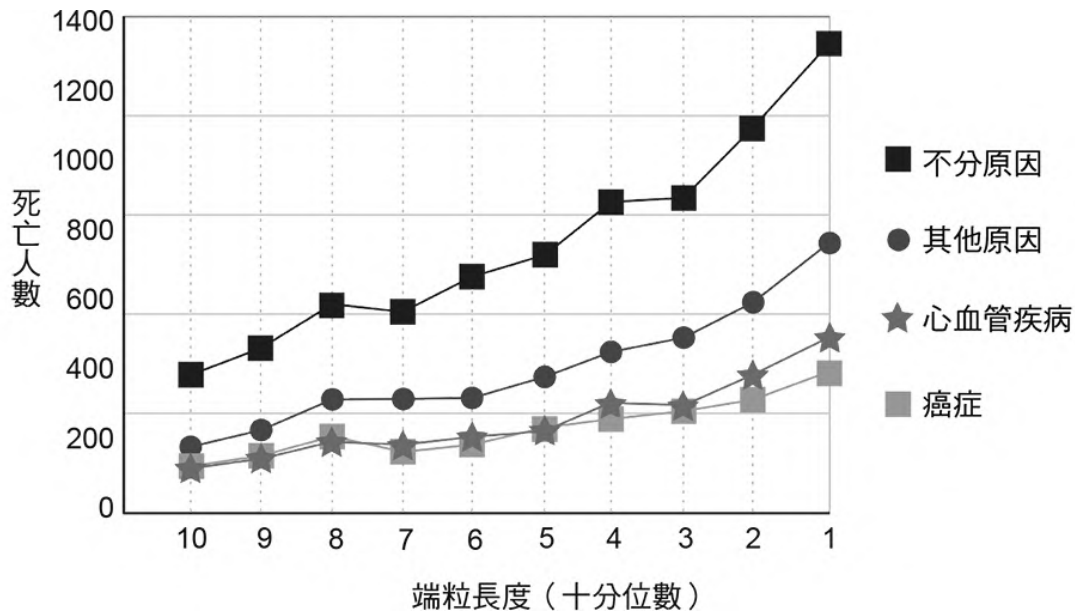


圖10 端粒長度與死亡率的關聯

端粒長度可預測整體死亡率及不同疾病的死亡率。端粒最長的人，罹患癌症、心血管疾病的死亡率和不分原因的死亡率，都是最低的。

資料來源：參看Rode等人的研究。³

前述凱瑟醫療機構進行的調查研究，參加這項研究的一萬名志願受試者皆是該機構的醫療保險計畫的會員。在這些受試者接受端粒測量的前三年，端粒較短者不分原因的死亡率比較高。⁴ 這項研究也控制了許多項可能導致健康與長壽差異的變因，包括年齡、性別、人種或族裔、教育程度、是否抽菸、身體活動量、是否有飲酒的習慣，以及身體質量指數（BMI）。研究人員為何要控制這麼多項變因？因為理論上來說，任何一項變因、幾項變因或這些變因，全部都可能是死亡率增加的真正原因，而非端粒短造成的。例如，有抽菸習慣者和不分原因死亡率高有明確的關係。很多研究也發現，抽菸會導致端粒縮短。然而，即使沒有這些潛在的原因，端粒變短和不分原因死亡率的增高，的確有所關聯。似乎端粒變短本身就會帶來死亡風險。

研究人員一再證實，端粒變短和許多重大老化疾病有關。很多大型研究也發現，端粒較短的人比較容易得慢性病，如糖尿病、心血管疾病、肺部疾病、免疫功能受損、以及某些癌症，或是在上了年紀之

後，逐漸出現這些疾病。⁵ 研究資料的統合分析（meta-analysis，又稱後設分析）也告訴我們，端粒變短和慢性病確實有關。反之，根據美國針對健康老年人所做的「健康、老化與身體組成研究」（Health ABC study），在一般人當中，白血球中的端粒較長者，能夠享受更多年的健康人生，不會受到重大疾病的折磨，亦即健康壽命較長。⁶

了解端粒，逆轉疾病

從蘿冰這種因遺傳性病症導致端粒變得極短的病例，可看出端粒的力量有多大。儘管這種疾病會使細胞老化速率變得很快，有如一股會蝕人身心的黑暗力量，但我們也能從中了解端粒的本質。

蘿冰及家人藉由捐獻血液與組織樣本，幫助研究人員找出導致這種疾病的基因突變。有了這樣的知識，才能診斷得更精確，並使病人得到更好的治療，甚至將來可能痊癒。

你也可以運用有關端粒的新知逆轉疾病，使你自己、你社群中的人或後代子孫打敗疾病，獲得健康。正如你將在下面的章節看到的，端粒可能改變你的人生。不管你身上的端粒是否會提早變短、或是長保健康，你依然能夠影響你身上的端粒。因此，接下來我們將帶你回到伊莉莎白的實驗室，看看四膜蟲的端粒有何出人意表的表現。

第3章

端粒酶：使端粒復元的酵素

筆者（伊莉莎白）從X光片發現端粒的DNA結構後，不久就到加州大學柏克萊分校分子生物學系任教。我在那裡設立了自己的實驗室，繼續研究端粒。就在那裡，我發現了一件令人驚奇的事。那時，我仍在培養全身布滿纖毛、看起來毛茸茸的四膜蟲。當時我已可從四膜蟲DNA的長度計算其端粒長短。不知怎麼，我發現四膜蟲的端粒有時竟然會增長。

這個發現讓我大吃一驚，因為我一直以為如果端粒會有變化，應該會變得愈來愈短，不會愈來愈長：亦即端粒的DNA序列應會隨著每次細胞分裂而縮短。在我看來，四膜蟲端粒會變長，就像會自行創造新的DNA。這實在太不可思議了。你或許聽過這樣的說法：DNA是與生俱來的，你出生時具有什麼樣的DNA，死時依然不變。DNA做為遺傳物質的基本特性，就是在細胞分裂前進行準確的自我複製。

我不斷驗證我的實驗，證實我以為絕無可能的事確實發生了。接下來，我們也在酵母菌上看到同樣的奇蹟——這裡所說的「我們」，包括我實驗室的學生宣培（Janice Shampay），以及我夢寐以求的研究夥伴，哈佛遺傳學家索斯塔克。

後來，陸續有科學家提出報告，證實其他像四膜蟲的微生物，也可能出現這樣的端粒增長的變化，也就是這些微生物會在端粒末端製造新的DNA，端粒因此變長。

這真是奇特的現象。幾十年來，遺傳學家認為染色體DNA都是從既有的DNA複製出來的，不可能無中生有。然而，四膜蟲端粒變長的事實告訴我，我即將踏入一個前所未見的領域。對科學家而言，最令

人興奮的莫過於新發現。想到我的新發現將帶領我來到宇宙一個沒有人知道的角落，等我探索，我就興奮莫名。沒想到四膜蟲不只讓我進入宇宙一個不為人知的角落，更從而讓我發現一整個新天地。

端粒酶—可扭轉端粒逐漸變短的命運

我不斷思考，端粒為何有這種奇異的表現，為何能夠增長。我想知道細胞之中是否有某種酶，能把DNA加在端粒末端，也就是在成雙成對的含氮鹼基出現缺損時，予以補充完全？我該捲起袖子，萃取更多的四膜蟲細胞。為什麼選擇四膜蟲？因為我們能從這種微生物取得大量的端粒來做研究。我猜想四膜蟲細胞液中很可能富含某種酶，而這種酶就是端粒序列得以延長的關鍵。

1983年，我的實驗室多了一位新夥伴，即研究生葛萊德（Carol Greider）。我們一起設計實驗，並且不斷改良實驗程序。1984年的耶誕節，葛萊德沖洗出一張自動放射顯影的照片。從這張片子可清楚看出一種新的酶正在作用。葛萊德那天回家，高興得在住處客廳手舞足蹈。

翌日，葛萊德拿那張片子給我看，刻意壓抑雀躍之情，看我有何反應。我們四目相對，心照不宣：透過這種新發現的酶，端粒的DNA序列的確可能增加。我們的實驗室將之命名為端粒酶。

然而，並非單單一次的發現就能締造科學的進步。我們必須不斷重複實驗。很快的，幾個星期、幾個月都過去了，開頭的狂喜漸漸消失，心中興起一波波的懷疑。我們一步步排除其他誤差，以免最後只是一場空歡喜。我們好不容易對端粒酶有了更深入的了解：端粒酶會在細胞分裂之時，負責修復DNA，具有端粒製造及補充之功。

端粒酶包含蛋白質與RNA模板組成的酶，可合成染色體末端的DNA。

染色體末端的DNA複製的時候，無法憑空開始，需要RNA序列做為引導，以創造出序列正確、全新的DNA。序列正確，才能製造出與端粒的蛋白質保護層完全相合的DNA支架。由於端粒酶的作用，這段新的DNA就得以加在染色體的末端，而且確保含氮鹼基的序列正確無誤，得以互相配對。端粒酶因此得以使染色體末端的端粒延長，以取代耗損的部分。

我們就此解開端粒增長的謎團。端粒酶能補充失去的端粒鹼基序列，使端粒增長。每次細胞分裂，端粒都會漸漸變短，短到一個程度，細胞分裂就停止了。但是端粒酶可藉由DNA的增加，補足染色體末端的端粒，端粒受損就可以彌補了。這意謂染色體依然受到保護，新細胞DNA也得以正確複製。因此，細胞就可繼續不斷再生。換句話說，端粒酶能減緩、避免甚至逆轉端粒因細胞分裂不斷變短的命運。由於端粒酶的作用，端粒就得以一直更新。

多虧池塘裡的髒東西，我們才知道如何突破海富利克極限。

端粒酶是長生不老之藥？

這樣的發現，使科學界和全球媒體滿懷希望。如果我們能增加端粒酶的供應，那麼人類是否能像四膜蟲，細胞一直再生，直到永遠？（或許這是人類有史以來第一次，熱切希望自己能像活在池塘裡那多纖毛的微生物。）

很多人都想知道，端粒酶可否萃取出來，變成長生不老之藥。要是這種妙藥真的能問世，我們只要每隔一段時間，去診所注射一劑端粒酶，就能健健康康的活到一百多歲、或是更久。

或許這樣的夢想並不可笑。端粒和端粒酶與細胞老化息息相關。四膜蟲讓我們首次得以窺見端粒酶和細胞老化的關係。我在柏克萊的實驗室，有位名叫余國良（Guo-Liang Yu）的研究生，他做了一個簡

單但非常精準的實驗。他把四膜蟲細胞中正常的端粒酶，換成沒有作用的酶。在實驗室的環境下，如果你不斷給予四膜蟲正常的端粒酶，四膜蟲就能永遠活下去。四膜蟲的細胞就像勁量電池那隻活力充沛的兔子，能夠永無止盡的分裂。但是在余國良的實驗中，由於端粒酶不能發揮正常作用，四膜蟲細胞中的端粒就會隨著一次次的細胞分裂，變得愈來愈短。等到端粒變得極短，就無法保護染色體中的基因，細胞就停止分裂。請想像鞋帶尖端塑膠箍磨損嚴重，就會失去保護作用，使鞋帶（重要遺傳物質）受損。端粒酶如無法發揮作用，四膜蟲細胞的壽命就無法長久。

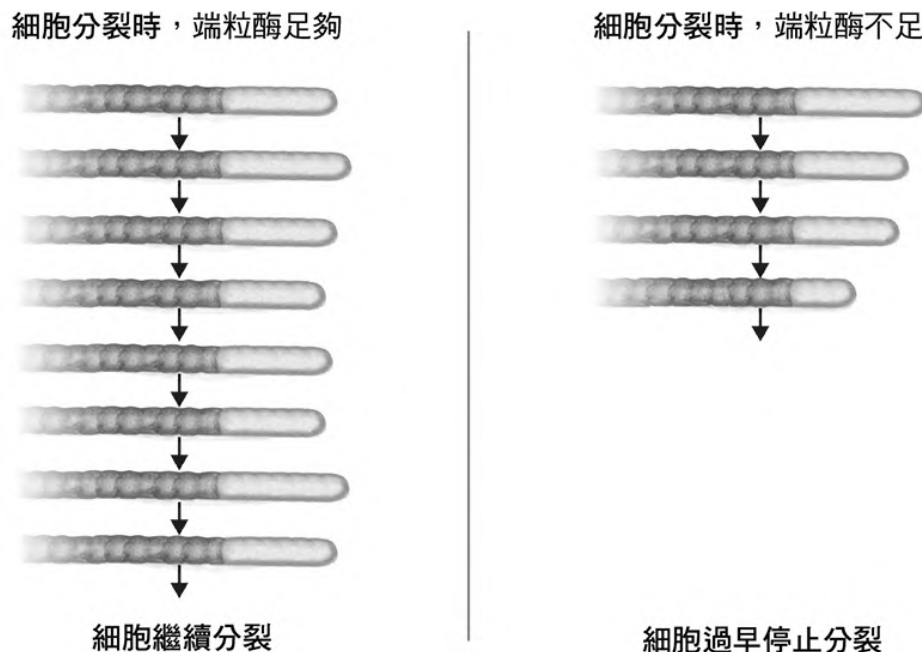


圖11 端粒酶足夠或不足的結果

如果端粒末端複製DNA的端粒酶無法作用，端粒的DNA就會縮短。端粒酶可使端粒延長，以抵消端粒DNA無法避免的耗損。端粒酶充足，端粒就不會受損，細胞也才能不斷分裂。如果端粒酶不足（因遺傳、生活習慣等緣故），端粒就會很快變短，接著細胞停止分裂，衰老就接踵而至。

圖片來源：Blackburn, E., E. Epel, and J. Lin., "Human Telomere Biology: A Contributory and Interactive Factor in Aging, Disease Risks, and Protection," *Science* (New York) 350, no.6265 (December 4, 2015) : 1193-98（自美國科學促進會取得翻印許可）。

沒有端粒酶，細胞就會停止更新。

之後，全世界其他實驗室也發現，除了細菌，幾乎所有的細胞都是如此（細菌的染色體呈環狀，不是線條，因此染色體沒有需要保護的末端）。如端粒較長且端粒酶更充足，就能延緩細胞早衰，反之，端粒較短，加上端粒酶不足，就會使細胞早衰加速。

臨床醫師賓卡爾（Inderjeet Dokal）以及他在英、美兩國的研究夥伴，已經證實端粒酶與健康的關係。他們的研究團隊率先發現：基因突變致使端粒酶減半的人，就會發展出嚴重的遺傳性端粒症候群。¹前一章所述的蘿冰正是罹患這樣的病症。端粒酶不足，端粒就會很快變短，就容易在年紀輕輕之時，出現重病。

由於四膜蟲細胞擁有充足的端粒酶，因此可以不斷重建端粒。這就是為何四膜蟲得以一直再生，避免細胞老化。但人類通常沒有那麼多的端粒酶，使細胞得以永遠分裂、重生。我們體內的端粒酶不多，因此細胞不願隨時提供端粒酶給端粒。雖然我們體內也曾出現端粒酶豐富的美好時光，得以重建端粒……可惜好景不常，一旦我們年紀增長，大多數細胞中的端粒酶活性變低，因此端粒會變得愈來愈短。

端粒酶與癌症的弔詭關係

為了延年益壽，我們自然而然會想到以人工方式增加端粒酶。目前在網路上已可看到許許多多保健食品廣告，宣稱這樣的產品可增加端粒酶，進而使人健康長命。端粒酶和端粒確實能使我們避免可怕的疾病，而且變得更年輕，但是端粒酶畢竟不是使人長生不老的神仙妙藥。如果你以人工的方式增加體內的端粒酶，反倒會帶來危險。

因為端粒酶也有不好的副作用，就像小說《變身怪醫》中善良的醫師傑基爾和邪惡的海德醫師其實是同一人，原本溫文儒雅的紳士，一旦喝下藥水，隨即變為毫無人性的惡人。我們需要像傑基爾醫師那樣良善的端粒酶，使我們健康、長壽，但若是時機不對、細胞不對，

端粒酶就會變得像海德醫師一樣邪惡，使細胞增長失控，因而出現癌症。癌症其實就是細胞分裂失控，因而無限制的複製、增殖。

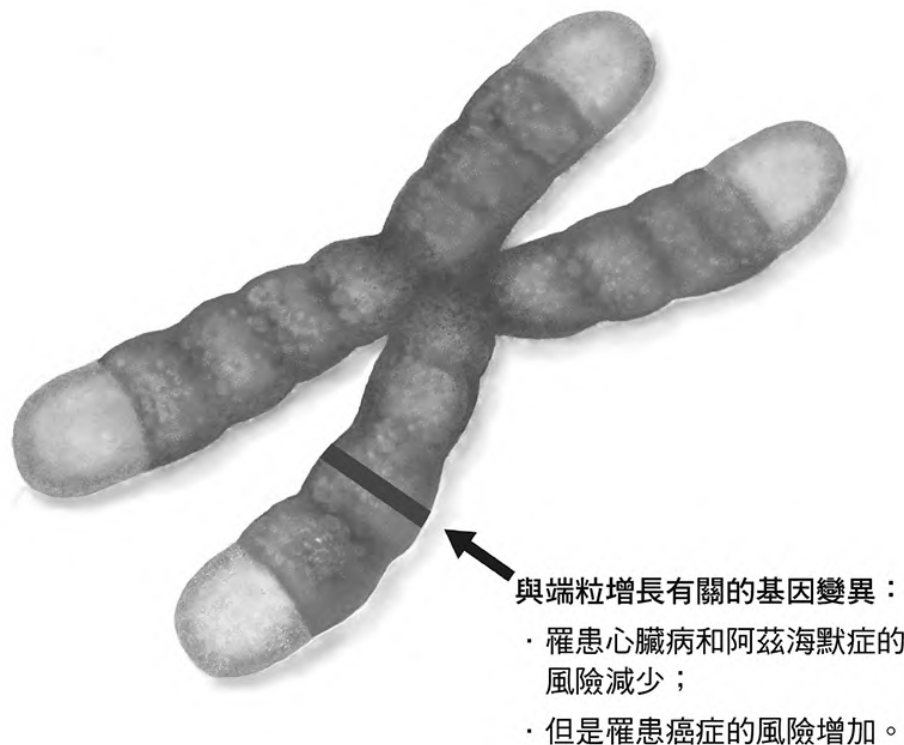


圖12 與端粒有關的基因及疾病

端粒維護基因可使我們免於罹患一些常見的疾病，但也會增加罹癌風險。可使端粒酶和端粒蛋白質增加的基因變異，意謂端粒可以增長。端粒如果透過自然、遺傳的方式變長，就比較不會罹患大多數的老化疾病，包括心臟病和阿茲海默症；但是端粒酶過多，細胞分裂失控，就會造成細胞不正常增生，容易罹患某些疾病，例如腦腫瘤、黑色素瘤、肺癌。因此，多不見得就是好！

你可不希望你的細胞因為人工合成的端粒酶太多，而走上癌變之路。除非大規模、長期的臨床試驗證明端粒酶補充劑安全無虞，否則還是別用宣稱能增加端粒酶的藥丸、乳霜或注射劑。人工合成端粒酶可能會使罹患某種癌症的風險增加（如黑色素瘤、腦腫瘤或肺癌），依個人體質傾向不同而定。因此，我們的細胞會嚴格控制端粒酶，是有道理的。

有鑑於以上發現，你或許會覺得奇怪，為什麼筆者強調應利用各方面的活動來增加端粒酶？因為透過生活習慣使體內的端粒酶自然增

加，與使用人工合成端粒酶大有不同。（儘管有些端粒酶來自草本植物，但是別忘了：有些植物為了避免被飢餓的動物吃掉、或為了抵擋病原的入侵，經過演化，組織內因而含有大量濃度高的化學物質。）本書建議的端粒酶增加方式，都是溫和而自然的——端粒酶增加的量也都在安全範圍之內，因此你不必擔心罹癌風險會增加。

矛盾的是，我們要抵禦癌症，還是要靠健康的端粒。端粒酶如果太少，使端粒變得太短，就可能出現某些癌症，例如白血病、黑色素瘤、胰臟癌等。研究已經證實，由於基因突變使端粒酶基因活性變得很小，罹患上述癌症的風險就會增大。少了端粒的保護，基因就很容易受損，最後可能會引發某些癌症。此外，端粒酶太少，免疫細胞中的端粒也會變得脆弱。我們的免疫系統需要隨時提高警覺，注意任何外來的侵略（如細菌和病毒），也會對抗有害的癌細胞。如果端粒太短，免疫系統的細胞就會老化，身體的防禦體系就會出現漏洞（有如商店裡的錄影監視器鏡頭變得模糊），無法及時採取行動，積極對付癌細胞。所以，端粒太短將使身體的免疫防禦變得脆弱，無法對抗癌細胞或病原。

因此，關鍵在於端粒酶活性的調節——包括調節的最佳時間點、以及哪些細胞該調節，只有這樣，才能維持端粒及我們身體的健康。身體自己知道如何做到這點，我們能做的，就是培養有利於細胞更新的生活習慣。

端粒酶：治癌的新曙光？

因正常端粒酶基因變異引發的端粒酶過多，可能使人容易罹患某些癌症。再者，端粒酶活性太大，也會使大多數癌症的進程加快。研究人員發現，在大約80%到90%的人類癌症當中，端粒酶皆有過度活躍的現象，約是正常細胞的十倍到數百倍。

也許，我們可利用端粒酶的「黑暗面」，發展出抗癌最有力的武器。如果端粒酶會使癌細胞無限增生，抑制癌細胞的端粒酶，不就可以遏止癌細胞的生長？這正是目前一些科學家努力的方向。

你能影響你的端粒和端粒酶

進入二十一世紀之後，科學家已知端粒和端粒酶是細胞更新的基礎。如果端粒酶減半，則會帶來嚴重的端粒症候群。我們不由得擔心我們與生俱來的端粒是長是短，以及我們是否有足夠的端粒酶來補充受損的端粒。

當時，筆者（伊麗莎．艾波）正在加州大學舊金山分校進行健康心理學的博士後研究。歐瑟整合醫學中心（Osher Center for Integrative Medicine）的佛克曼（Susan Folkman）主任請我加入她的研究團隊。佛克曼是壓力與因應研究的先驅，正針對家裡有慢性病病童的母親，進行調查研究。這些母親因為照護生病的孩子，而活在極大的心理壓力之下。

我很同情這些母親。她們似乎身心俱疲到了極點，看起來要比實際年齡來得老。那時，伊莉莎白已來到加州大學的舊金山分校任教，我知道她正在進行生理老化的研究。於是，我去找她，告訴她我們正在研究家有病童的母親。如果我能申請到研究經費，我們是否可測量這些母親的端粒和端粒酶，看看壓力是否會使端粒縮短，導致細胞早衰？我問伊莉莎白，這研究是否值得做？

當時，筆者（伊莉莎白）就像大多數的分子生物學家，像是從某個山頂窺看山下的端粒。我一直在思考端粒DNA的修護問題，因此伊麗莎來找我，說要研究照顧病童的母親，有如要我從另一座山的山頂來看端粒。我以科學家和母親的角色告訴她說：「如果要深入了解端粒的基因，大概還要再十年。」我能想像這些承擔照顧責任的母親承受多大的壓力，知道她們多麼身心俱疲。這些辛苦的母親的端粒是否受損？「我想，是的。」我答道：「讓我們來做這項研究吧。我看看我的實驗室是否有人能幫忙測量端粒長度。」跟我做研究的博士後研

究員林珏（Jue Lin）志願進行這項工作，於是她開始細心測量健康人體細胞中的端粒。

我們挑選了一群家有慢性病童、需要長期悉心照顧的母親。每一個孩子都是母親親生的，不是領養的。為了避免其他外在因素影響，使結果扭曲，母親如有重大疾病則被排除，不能參與這項研究。我們也挑選一群母親做為對照組，這些母親的孩子都是健康的。光是挑選與評量，我們就花了好幾年的時間。

我們為參與這項研究的每一位母親抽血，測量她們白血球的端粒長度。猶他大學遺傳學家柯松（Richard Cawthon）的協助下，用他最近設計出來更簡便的新方式（即聚合酶連鎖反應）來測量白血球。

2004年的一天，測定結果出來了。筆者（伊麗莎）坐在辦公室，一旁的印表機正把數值分析列印出來。我看著散布圖，目瞪口呆。研究數據呈現某種清晰的模式。我們的推測具體出現在散布圖之中：壓力愈大，端粒就愈短，端粒酶也愈少。

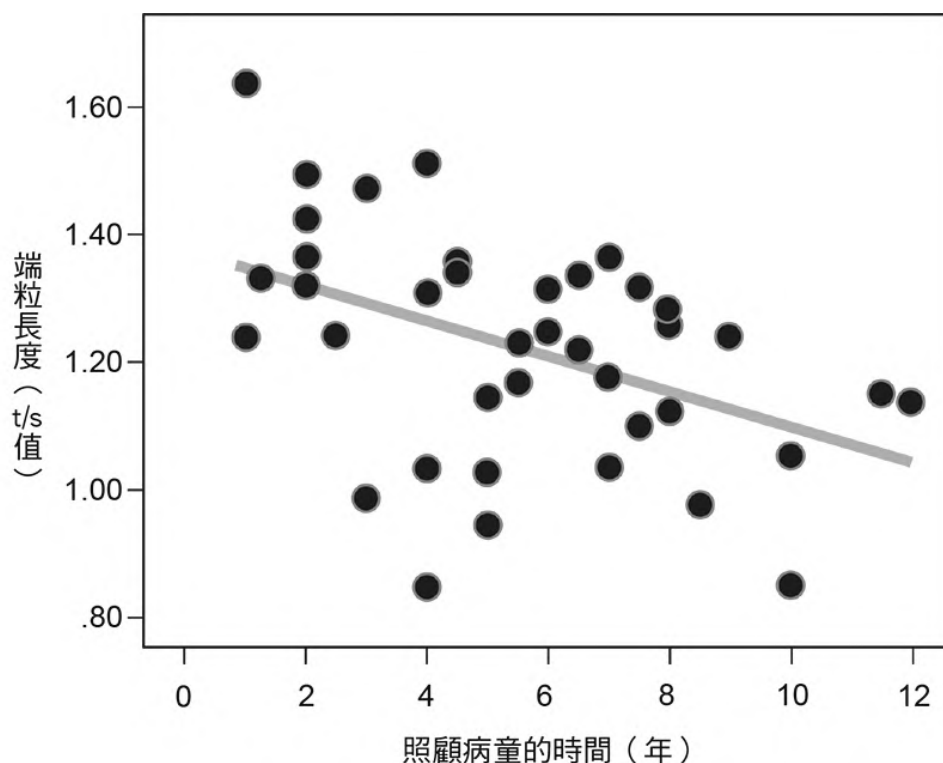


圖13 端粒長度與長期壓力的關係

孩子確診之後的時間愈長（需要照顧的時間愈長），則母親身上的端粒愈短。

我立刻打電話，告訴伊莉莎白。「結果出來了，」我說：「研究結果比我們原先設想的，來得更明顯。」我們先前曾提出這麼一個問題：生活方式是否會改變體內的端粒和端粒酶？現在，有了答案。

是的。

是的，感覺壓力最大的母親，端粒酶最少。

是的，感覺壓力最大的母親，端粒最短。

是的，照顧病童時間最長的母親，端粒也縮短了。

這三個「是的」意謂我們的研究結果並非巧合或是統計上的偶然現象。這三重肯定，意指生活經驗以及我們對事件的因應之道，能改變我們的端粒長度。換言之，我們可以從細胞的層次，改變我們的老化速率。

衰老的速率能否加快、變慢或是逆轉，幾個世紀以來醫學界一直多有辯論。我們從病童母親的身上得到全新的觀點。我們發現，每個人都可透過行動來預防端粒變短、預防細胞早衰。我們甚至知道如何逆轉端粒受損引發的細胞老化。多年來，我們最初的研究成果依然成立，本書還提供其他深入研究的結果，這些都顯示：很多生活層面的因素會影響我們的端粒。

我們將在接下來的章節，介紹增加端粒酶及保護端粒的方法。我們的建議都是根據研究而來，有些研究測量的是端粒長度，有些則是評量端粒酶的活性，還有一些則兩者都測量。

歡迎各位加入這場探索之旅。你可利用我們的研究結果做為北極星，知道如何改變自己的心態、照顧自己的身體，並與社群中的其他人互動，以保護自己的端粒，享受更多年的健康人生。

逆齡實驗室

使用指南

我們可從生活裡的很多小實驗學到東西。在後面的章節當中，你可在每一章的最後，發現〈逆齡實驗室〉。如果你願意，你也可以成為這個實驗室的研究人員。你的心靈、你的身體和你的生活，就是你的私人實驗室。你可在這實驗室實際應用端粒科學和行為科學，學習如何改變日常生活，以強化細胞健康。在大多數情況下，逆齡實驗室的成果可直接影響你的端粒，使你的端粒變長，而每一種做法都能增進你的身體和心靈健康。（相關研究請參看書末的〈參考資料〉。）

我們說「實驗室」，可不是一種比喻。你的身體真的是你的實驗室。你即將進行的是實驗，而不是依照戒律而行。最適合的方式因人而異，取決於你自己的心靈、身體、偏好和人生階段。你不妨試試——或許一次只要採行一、兩種做法。如果你找出一種對你而言不錯的做法，就繼續做下去，直到這種做法成為習慣。如果你經常參照我們的建議進行實驗，應該能強化細胞健康，日日覺得身心舒暢。研究顯示，生活型態的改變對端粒健康大有助益（亦即使端粒酶變多或端粒變長），短則三星期、長則四個月，就能看到成果。正如愛默生

（Ralph Waldo Emerson）說的：「大膽去做，不要膽怯或拘謹。所有的人生都是實驗。你做的實驗愈多，愈能做得好。」

第二部

細胞正在傾聽你的思維

自我評量

了解自己的壓力反應模式

第二部〈細胞正在傾聽你的思維〉可讓你了解自己的壓力經驗，以及你如何把這種經驗轉化，變得有益端粒健康，也對日常生活更有幫助。請先做下面的自我評量，評估你的壓力反應來源和因應壓力的韌力——有些可能與你的端粒長度有關。

請想出一個讓你非常困擾、或一直困擾你的情況。

（如果最近沒有這種情況，請想像最近讓你最頭痛的一個問題。）

就每一個問題，圈選出你的反應。

請想出一個讓你非常困擾、或一直困擾你的情況。
 (如果最近沒有這種情況，請想像最近讓你最頭痛的一個問題。)
 就每一個問題，圈選出你的反應。

1. 當你想到必須面對這種情況，你心中充滿恐懼與焦慮，還是希望和信心？	0 希望和信心	1	2 兩者都差不多	3	4 恐懼和焦慮
2. 你是否覺得自己能夠因應這種情況？	4 完全不能	3	2 還算可以	1	0 完全沒問題
3. 你是否會不斷想到這種情況？	0 完全不會	1	2 有一點會	3	4 確實如此
4. 你是否會避免去想這種情況，或者盡量不表達出負面情緒？	0 完全不會	1	2 有一點會	3	4 確實如此
5. 這種情況是否會讓你覺得，自己很糟？	0 完全不會	1	2 有一點會	3	4 確實如此
6. 你是否能用正面的態度來看待這件事，認為這件事能為你帶來好處，或是你會安慰自己，鼓勵自己，若你已經盡力了？	4 完全不會	3	2 有一點會	1	0 確實如此

總分：____ (請把每一題的分數加起來。
 請注意第2題和第6題是正面回應，因此分數是倒過來的。)

總分：（ ）（請把每一題的分數加起來。請注意第2題和第6題是正面回應，因此分數是倒過來的。）

這份非正式的評量，主要是讓你察覺自己面對慢性壓力的反應傾向，並不是要用來診斷。如果你面對的情況很嚴峻，你的反應模式分數自然會比較高。由於情況和反應無可避免會混合在一起，因此這份量表也不是單純評量你的反應模式。

總分為11分或更低：你的壓力反應模式看起來很健康。壓力非但沒有讓你感到威脅，你反而覺得受到挑戰。儘管出現這樣的情況，你

會盡力讓自己別受到太大的影響，且在事件過後，很快就會恢復。這種面對壓力的韌力，對你的端粒來說是一大助益。

總分為12分或更高：大多數的人都是如此。在壓力情境之下，因為思考習慣的關係，受到威脅的感覺會被放大。這種思考習慣與端粒較短有關。我們會告訴你，應當如何改變這些習慣、或減少這種習慣的影響。

當心這幾種不良的心理習慣

接下來，我們再來仔細探討與每一個問題有關的心理習慣：

問題1和2：這兩個問題是要衡量你在遭遇壓力時，感受到的威脅大小。高度恐懼加上因應資源少，就會引發強烈的荷爾蒙和發炎性的壓力反應。**威脅壓力**（threat pressure）與一系列的心理及心理反應有關，時間一長，就會使端粒遭到損害。幸好，現在已有辦法將威脅壓力轉化為面對挑戰的感覺。如此一來，會比較健康，也較有好處。

問題3：這一題是為了評量你的**反芻**（rumination）程度。反芻是不斷想起困擾你的事情。這種思考方式一點幫助也沒有。如果你不確定自己是否常常反芻，從現在起，可以注意一下。大多數觸發壓力的事件都很短暫，只是我們會在心中，把這種事件不斷延伸，使之占據我們的腦海，就像事件已經過去，依然念念不忘。反芻又稱為**憂思**（brooding），很容易讓你陷入憂鬱式的反芻，包括對自己和未來充滿負面思想。這些想法可能會毒害身心。

問題4：這一題是關於**逃避**和**情緒壓抑**。你是否會避免去想令人倍感壓力的情境，或是盡量隱藏自己的感覺，不想讓人知道？這件事是否會引發強烈情緒，讓你一想到，胃就糾結起來？我們自然會想推開難受的感覺，但這種策略只是暫時有效，如果事情會拖很久，則沒有什麼幫助。

問題5：這個問題和**自我威脅**（ego threat）有關。如果這個壓力事件處理得不好，你是否覺得自尊心和個人認同會受影響？壓力是否引發對自己的負面想法，甚至讓你覺得自己很沒用？這種自我批判有時是正常的，但是如果出現得過於頻繁，你的身體就會進入過度敏感的反應模式，致使體內的壓力荷爾蒙（**壓力激素**）皮質醇濃度升高。

問題6：這個問題與你是否能給自己**正面評估**有關，亦即你是否能用正面的態度，重新思索壓力事件。即使情況不夠理想，也可藉由正面評估，讓自己比較有利，至少可以讓自己好過一點。這個問題也衡量你是否能**自我同情**。

如果評量結果顯示你因為壓力反應而心力交瘁，就得當心了。雖然自動反應不一定可以改變，大多數人還是可以試著改變自己的反應模式——這就是壓力韌力的祕方。現在，我們再來看看壓力會如何影響你的端粒和細胞，你又能做出什麼樣的改變，使你的端粒和細胞免於受到傷害。

第4章

壓力如何侵入細胞？

我們將在本章探討壓力與端粒的關係，解釋有害的壓力反應與一般壓力的不同，並顯示壓力和短端粒對免疫系統的影響。

有人在面對壓力之時，會有過度受到威脅的感覺，有人則能當做是挑戰。

前一種人的端粒幾乎都比較短。

你將在本章學習如何把有害的壓力反應，轉化為有助益的反應。

將近十五年前，我（伊麗莎）和老公從東岸開車到西岸。那時，我們剛從耶魯大學的研究所畢業，打算在灣區進行博士後研究。由於舊金山生活費高昂，我們決定住我妹妹家。那時，大家正準備迎接我們的小外甥。由於我妹妹預產期已經過了，隨時都可能生，我每天都打電話詢問我妹妹的進展。但是後來接連幾天，都連絡不上我妹妹和她先生。

差不多到了半路，我們在南達科塔州，剛經過沃爾藥局，我的手機終於響了。另一端傳來啜泣的聲音。寶寶已經出生，但在引產時出了問題。現在，寶寶靠維生系統才能存活，而且得用鼻胃管進食。磁共振造影掃描顯示，這個美麗的寶寶腦部嚴重受損。他不但癱瘓、失明，而且會痙攣發作。

幾個月後，我外甥終於能離開加護病房，出院回家。我們也一起照顧這個可憐的小寶貝。因此，我們了解照護者的艱辛與煩憂。我們本來以為，自己已經很習慣壓力和辛苦的工作，但照護的壓力和我們一般了解的壓力截然不同。我們必須時時提高警覺，有時會碰到緊急狀況，我們為未來憂心忡忡，更教人難受的是心頭上的重擔。看我妹

妹和她先生每天的經歷，直教人心痛如絞。除了精神痛苦，他們的生活突然變成以照護為中心，隨時都可能出現緊急情況。

照顧重病的家人，可說是最沉重的壓力，不但精神備受煎熬，也是非常費力的工作。這樣的照護者常會身心俱疲，因為他們無法放下這份工作，回家休息。晚上，我們都需要把所有的事情放下，好好睡個一覺，才能有新的精神與體力面對第二天。然而，如果在家照護，一天二十四小時都不得休息。照顧者經常會在半夜被叫醒，去處理臨時發生的狀況。照護者因而幾乎沒有時間好好照顧自己。他們放棄了預約門診，放棄運動，也沒時間跟朋友出去走走。他們基於愛、忠誠與責任心，扛起了照護家人的工作。但這樣的工作不但沒能得到社會的支持，工作價值也沒得到認可。光是在美國，每年家庭照護者提供的無償服務，約當三千七百五十億美元。¹

照護者通常覺得沒受到尊重，也覺得孤立。健康研究人員認為他們是遭受慢性壓力最嚴重的一群。這也就是為什麼，我們常招募家庭照護者，來參與我們的壓力研究。我們可從他們的經驗得知，如果遭受嚴重壓力，端粒會出現什麼樣的反應。

我們將會在本章看到，長久的慢性壓力如何使端粒耗損。對於所有無法逃離慢性壓力的人（或是第83頁的壓力量表得分高於12分的人），我們也有一個好消息，也就是我們已知如何保護端粒，使端粒免於受到壓力的嚴重破壞。

壓力如何傷害你的細胞：「好像有人躲在暗處，隨時會給我致命的一擊」

我們在最初的研究，招募了一群壓力最大的照護者，也就是家有病童的母親。這項研究首次揭露壓力與端粒變短的關聯。現在，我們

將讓你仔細瞧瞧，壓力造成的損壞可到達哪種程度。在十幾年後的今天，當初的發現仍教我們心情沉重。

我們發現，多年的照護工作影響深遠，那些母親照護者的端粒多已受到影響。照顧病兒的時間愈長，母親照護者的端粒就變得愈短。在這項研究中，我們已經把其他可能會影響端粒的因素考慮在內，包括母親的年齡和身體質量指數。

此外，這些母親照護者感受到的壓力愈大，端粒則愈短。不只是照護者如此，對照組中的母親也是如此，儘管她們的孩子很健康，但如果生活中感到壓力很大，端粒同樣也會受損。壓力大的母親，與壓力小的母親相比，端粒酶幾乎只有一半，因此沒有足夠的能力保護自己的端粒。

每一個人的壓力經驗各有不同：「像是胸上有一個二十幾公斤的重物壓著」、「像是胃裡打了個結」、「我的肺像是被抽真空了，喘不過氣來」、「我心臟狂跳，好像有人躲在暗處，隨時會給我致命的一擊」。這些比喻都和身體有關，因為壓力不只是在我們的腦中，也在我們的身體之內。

壓力反應系統處於高度警戒狀態時，身體就會產生更多的壓力荷爾蒙皮質醇和腎上腺素，使心跳變快，血壓上升。幫助身體調節壓力反應的迷走神經，則會變得比較遲鈍。這就是為何，你會覺得難以呼吸，幾乎快失控，無法把這個世界想像成安全之地。如果你有慢性壓力，這些反應雖然不劇烈，但是一直都在，會讓你的生理長期處於警戒狀態。

在我們研究的照護者中，可看到一些生理壓力反應，包括在壓力之下，迷走神經的活動減少，睡眠時壓力荷爾蒙濃度依然很高，這與端粒較短或端粒酶不足有關。² 這些壓力反應，也會使身體老化速率變快。

為何壓力大的人看起來憔悴、容易生病？我們找到一個新原因：沉重的壓力與照護責任，會使人端粒受損。

短端粒和壓力：哪個是因，哪個是果？

科學研究揭露某種因果關係時，你就必須問：哪一個是因，哪一個是果。例如，以前的人認為發燒會造成疾病。現在我們已經知道恰好相反，疾病才是發燒的原因。

我們對母親照護者第一次進行研究，結果出來時，我們必須小心探究：為什麼承受較大壓力者，端粒較短？壓力真的是端粒變短的原因嗎？或者短端粒使人容易覺得壓力大？關於這個問題，那些母親照護者給了我們第一批令人信服的數據。照護時間長度與端粒長短的關係是一項重要指標，顯示暴露在壓力之下的時間如果很長，就會使端粒變短。

單從端粒變短來看（年齡因素已排除），無法判定一位母親照護了多少年。因此必須從另一個方向來看，也就是照護時間長度是端粒變短的原因。我們也研究病童年齡與母親端粒變短的關聯。如果辛苦照護的時間愈長，則端粒愈短，就可證明病童年齡和母親的端粒長度有關。這點在對照組看不出來。這正是我們發現的事實。目前已有動物實驗顯示，承受壓力確實會使端粒變短。

憂鬱症則比較複雜。以上的發現並不能排除細胞老化可能導致憂鬱症。憂鬱症也會遺傳——如果母親得了憂鬱症，女兒也容易得到憂鬱症。但在這些女孩發病之前，與沒得憂鬱症的女孩相比，她們的端粒就比較短了。³再者，這些女孩的壓力反應愈大，則端粒愈短。因此，以憂鬱症而言，在發病之前，病人端粒本來就比較短，憂鬱症又使端粒加速變短。憂鬱症和端粒變短，兩者可說互為因果。

壓力要大到什麼程度，才算太大？

壓力是無可避免的。但是在端粒受損之前，我們能承受的壓力到底是多少？過去幾十年的研究，呼應了我們從照護者研究了解的，也就是壓力大小和端粒長度確實有關聯。

如果你喝酒，你應該熟知分量與反應之間的關係。偶爾在晚餐時小酌，非但對健康無害，甚至可能有益，只要你不喝酒開車。但是如果每晚都要喝好幾杯威士忌等烈酒，那就大不相同。你攝取的酒精量大到某一程度，酒精就會破壞你的肝臟、心臟和消化系統，讓你較容易罹癌或是出現其他重病。酒喝得愈多，就愈傷身。

壓力和端粒也有類似的關係。一點點壓力，不會對端粒造成什麼危險。其實，可以應付的短期壓力或許對你有好處，因為你可藉此加強因應能力。你會因此學到技巧、生出信心，讓你得以應付挑戰。從生理層面來看，短期壓力甚至可增進細胞健康——這種現象就叫「興奮效應」（hormesis）。日常生活不免有些起起伏伏，通常對端粒不會有影響；但如果長年活在強烈的慢性壓力下，必然會有很大的影響。

現在已有證據指出某種壓力和端粒變短的關聯，包括長期照顧生病的家人、長期工作壓力造成心力交瘁等。你也許可以想像更嚴重的創傷對端粒的損害，如最近或在童年遭到性侵、受虐、家暴、長期被霸凌。⁴

當然，情況本身不會使人端粒變短，情況引發的壓力反應才會對端粒有影響。即使是在遭受壓力的情況之下，壓力大小及持續的時間也是關鍵。長達一個月的壓力也許會教人難受，然而由於時間不長，端粒不一定會受到衝擊。端粒並沒有這麼脆弱，否則所有的人都會崩潰。（根據最近一篇評論，雖然短期壓力和端粒變短有關，但影響微乎其微，乃至對個人而言並無有意義的影響。⁵ 即使短期壓力會使端粒變短，可能只是暫時的，端粒失去的鹼基對很快就會補充回來。）如果壓力一直持續下去，這樣的高壓人生就可能像被毒藥滴注一樣。壓力持續的時間愈長，端粒就會變得愈短。因此如果可能，必須盡量避免長期對心理有害的情況。

如果壓力情況是我們無法改變的，該怎麼辦？根據我們的研究，慢性壓力不一定會造成端粒損耗。就我們研究的照護者，儘管有些人承受巨大的負擔，端粒長度卻沒有減損。這些抗壓性強的異數告訴我們，就算不能逃避，你也有辦法保護端粒。你可以把壓力當做好的燃料和保護端粒的盾牌。

別威脅你的端粒，要讓你的端粒接受挑戰！

我們第一次以照護者為研究對象，在分析數據時，發現一個謎。有些照護者陳述她們受到的壓力沒那麼大，而她們的端粒也較長。我們很好奇：為什麼她們覺得壓力較少？畢竟她們照護病兒的時間，和其他母親一樣長，每天要做的事一樣多，照護時數也沒短少（包括帶病兒去看門診、給病兒注射、安撫鬧脾氣的病兒、用湯匙餵病兒吃飯或用鼻胃管讓病兒進食、幫忙換尿布和洗澡等）。

我們想了解，這些母親的端粒受到什麼樣的保護，因此想親眼看看一般人在壓力之下的即時反應。於是我們招募更多女性，在實驗中讓受試者倍感壓力。研究人員告訴受試者：「你們必須在兩位評審面前，盡全力表現。你們必須準備五分鐘的演講，然後講給評審聽。此外，還有心算測驗。演講可準備草稿，列出大綱，但是心算則不能動筆。」聽起來很容易？其實不然，特別是在評審面前。

受試者一個個給帶到測驗室中。每一個人都站在前面，面對充當評審的兩位研究人員。研究人員面無表情，沒對受試者微笑、點頭，也不會對她們說鼓勵的話。這樣的表情沒有任何正面或負面意義，但大多數人都習慣有人對我們微笑、點頭，或做出其他親切的舉動，因此在受試者看來，那樣的表情有點嚴厲，或是以為評審不欣賞自己的表現。

接著，研究人員說明她們要做的測驗，例如「請做這樣的心算：4923減17，得到答案之後，再減17，以此類推，直到五分鐘結束。請把計算過程大聲說出來。你必須算得又快又正確。好，計時開始。」

每一位受試者開始做心算時，研究人員會盯著她，用鉛筆記錄受試者的答案。如果受試者算錯（幾乎每一個人都會錯），研究人員就會交頭接耳。

接著，受試者開始進行五分鐘演講，並接受研究人員的評分。如果五分鐘還沒到就講完了，研究人員就會指著計時器說「請繼續！」受試者繼續說，但研究人員會彼此對視、微微皺眉或是搖頭。

此實驗室的壓力測驗，是由奇爾許邦（Clemens Kirschbaum）和海爾漢默（Dirk Hellhammer）設計的。這種測驗的目的，當然不是在評量心算和演講技巧，而是為了誘發壓力。為什麼即席演講和心算會讓人壓力大？因為這兩項都不容易。然而「社會評價壓力」特別會引發壓力飆升。如果有人聽你演講，你就會擔心自己講不好，因而覺得有壓力。若是聽的人對你品頭論足，壓力就更大了。即使參與我們實驗的受試者人身安全無虞，而且是在乾淨明亮的大學實驗室，壓力反應還是大得不得了。

我們讓照護者和非照護者參加這個實驗，在壓力源之下，兩度評估她們的想法。一次是在她們剛知道要做什麼的時候，另一次則是在完成兩項測驗之後。我們發現，雖然所有的受試者都覺得有壓力，但每個人的壓力反應模式不盡相同。其中，只有一種壓力反應會損害端粒健康。⁶

威脅反應——焦慮與羞恥

有些受試者在實驗室的壓力源之下，會出現所謂的「威脅反應」（threat response）。由於演化，人類老早就具有威脅反應。這種反應使人在面對緊急情況時，得以立即行動，例如碰到猛獸、就快被吃掉的時候。威脅反應使我們的身心做好接受攻擊的準備。可想而知，如果經常處在這種情境之下，威脅反應將不利於端粒健康。

如果你懷疑你在面對壓力時會出現誇張的威脅反應，請別擔心。我們會告訴你，如何運用實驗測試過的方法，把習慣性的威脅反應，轉化為另一種對端粒比較有益的反應。

首先，你必須認知威脅反應像什麼、以及這種反應的感覺。從身體來看，威脅反應會使你血管收縮（萬一受傷，就可減少出血量），同時也會使流向腦部的血液變少。你的腎上腺會分泌皮質醇，使你血糖升高。反之，迷走神經的活動則會變少（迷走神經從腦底部出發，沿著頸部向下延伸到腹腔，連結所有主要器官。迷走神經的活化，能幫助我們安定情緒，撫平焦慮不安）。因此，你會心跳加快，血壓上升，你可能會暈倒，甚至尿失禁。由於有一個分支的迷走神經支配臉部表情的肌肉，如果這條神經變得遲鈍，別人就無法正確解讀你的表情。如果別人的表情也一樣模稜兩可，難以辨識，解讀的空間變大，你就可能認為對方具有敵意。你可能被嚇到動彈不得——不能逃跑，也無法抵抗，因為你手腳冰冷，變得更難行動。

威脅反應的全面爆發，會使人身體和心理都不舒服。威脅反應不但與恐懼和焦慮有關，也會帶來羞恥感（假使你擔心在別人的面前出醜）。經常有強烈威脅反應的人，往往事情還沒發生，已憂心忡忡，設想最壞的結果。這正是我們在很多受試者身上看到的。她們覺得受到強烈威脅——不只是在做完測驗之時，甚至在聽研究人員說明規則時，就非常擔心和焦慮了。她們猜想自己一定做不好，會很丟臉，覺得挫折。

我們研究的照護者，大抵威脅反應較強。承擔照護責任的慢性壓力，使她們對壓力源特別敏感。我們發現，威脅反應最強的人，端粒也最短。非照護者比較沒有這樣誇張的威脅反應，但在這群人當中，如果威脅反應大，端粒一樣比較短。儘管測驗還沒開始，有些受試者只要一想到壓力源，就有強烈的威脅反應。⁷ 這點很重要。這種反應讓我們了解何以壓力會侵入我們的細胞。我們發現，威脅反應不只是來自經驗壓力事件，也來自預期反應——事情還沒發生，已有飽受威脅之感。

挑戰反應——興奮與激勵

面臨壓力，威脅反應並非唯一的反應。你也可能覺得這是挑戰。在壓力源之下，所謂的「挑戰反應」（challenge response）也可能使人焦慮和緊張，然而同時也覺得興奮、一身是勁。這種人會在心裡喊叫：「放馬過來吧！」

我們的同事曼德思（Wendy Mendes）是加州大學舊金山分校的健康心理學家。過去十幾年來，她一直在研究身體對不同實驗室壓力源的反應模式，她區分出：在「好壓力」和「壞壓力」之下，腦部、身體和行為分別會出現什麼樣的反應。

威脅反應會使你血管收縮，忍受疼痛；挑戰反應則使你積極運用資源——你心跳加快、血液充氣量增加，使需要的部位血流增加，特別是心臟和腦部。（反之，在你受到威脅時，則會血管收縮。）在挑戰反應的過程中，你的腎上腺會分泌較多的皮質醇，以增加氣力；等到壓力事件過後，大腦就會抑制皮質醇的分泌。這是很健康的壓力反應，和運動時出現的反應類似。這種挑戰反應能使人做出比較正確的決定，表現得更好，甚至有益於大腦，減少罹患失智症的風險。⁸ 能生出挑戰反應的運動員，得勝機率較高。根據一項針對奧運選手的研究，這些運動菁英常會把人生碰到的問題，看成是必須超越的挑戰。⁹

挑戰反應讓你身心都能完全投入，讓你有最好的表現，進而奪得勝利。威脅反應的特點則是退縮和失敗，恐懼到動彈不得，因為預期會有壞的結果，身體已準備受傷，同時覺得羞愧。如果經常出現威脅反應，久而久之，這種反應將侵入你的細胞，損害你的端粒。如果你能生出挑戰反應，就能抵禦慢性壓力的侵蝕，保護端粒。

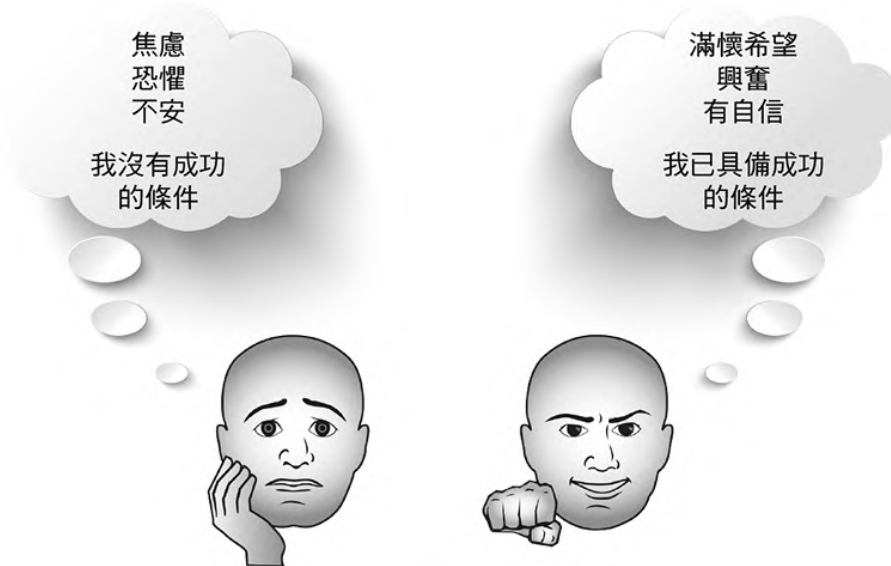


圖14 威脅反應vs. 挑戰反應

對壓力時，人往往會有種種想法和感受。反應模式主要可分成兩種：一種是感覺受到威脅，害怕失敗或丟臉。另一種則是感覺受到挑戰，有信心接受這樣的挑戰，而且預期會有好的結果。

通常，我們的反應不全然是威脅反應或完全是挑戰反應。大多數的人兩種反應都有。我們在一項研究中發現，這兩種反應的比例，對端粒健康來說非常重要。威脅反應較大的受試者，端粒較短。能把壓力看成挑戰的人，端粒較長。¹⁰

這代表什麼？可見，你大可懷抱希望。當然，你碰到的情況可能非常棘手，而且會損害你的端粒。我們並不是要低估情況，我們想告訴你的，如果情況是你無法控制的，你仍可藉由觀點的轉換，用不同的眼光來看壓力事件，使你的端粒免於遭到破壞。

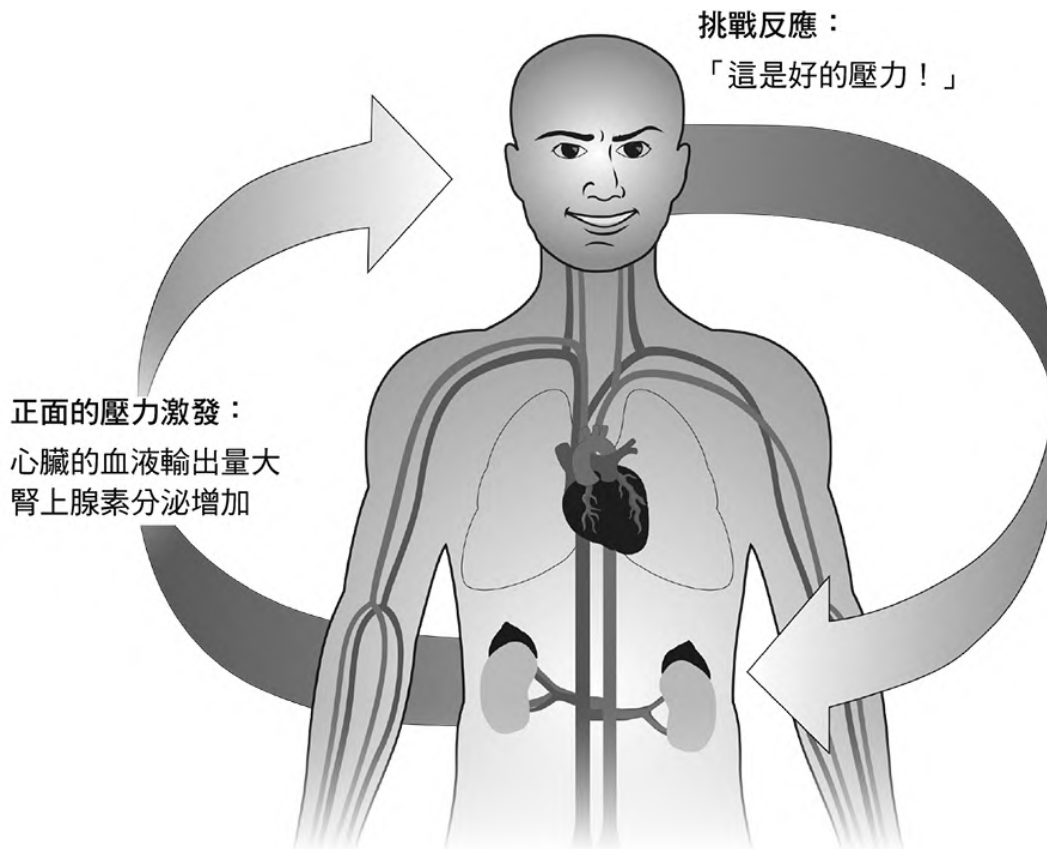


圖15 正面壓力（挑戰模式）能使人振奮

我們的身體可在幾秒鐘內，對壓力事件自動做出反應，也會回應我們的思想。如果你察覺自己肌肉緊張、心跳加速、呼吸變快，注意到自己有壓力反應，可以對自己這麼說：「這是好的壓力，可以激勵我，讓我表現得更好！」這樣有助於身體的良性反應：血管擴張，使更多的血液流到腦部，讓人充滿活力。

請你回想自己遭遇過的困難。接著，問自己下列問題：你通常會出現什麼樣的反應？威脅反應？還是挑戰反應？你是否會在事情還沒發生之前（這樣的事情也許永遠也不會發生），就先預見麻煩？在你覺得壓力很大的時候，你會怎麼做？準備採取行動？或者很想逃避？

如果你比較容易出現威脅反應，就別浪費時間往不好的地方想。有些人天生就是比較會有壓力反應。壓力反應使我們可以因應環境改變，是生存不可或缺的機制，但是有些人會對壓力特別敏感。畢竟，總有人必須敏於察覺風吹草動，警告夥伴別輕舉妄動。

即使你天生不是容易心生威脅之感的人，也有可能因為生活經驗而改變自然反應。譬如兒時碰到壓力事件會血管收縮（威脅反應），

到了青少年時期，若是受虐，一樣會血管收縮，而不是增加心臟的血液輸出量。¹¹（反之，與沒經歷困難的孩子相比，在童年時期碰到適度考驗的，比較容易出現挑戰反應。可見，如果你有足夠的資源幫你因應，一點點壓力是健康的。）正如前述，承受壓力的時間太長，對情緒會有不良影響，讓人比較容易有飽受威脅之感。¹²

如果你有強烈的威脅反應，這種反應可能源於先天，也可能是後天環境造成的。問題是：你能否將之轉化為挑戰反應？研究結果告訴我們：這是可以做到的。

情緒湧現是怎麼一回事？科學家過去認為：情緒的出現比較線性——首先，我們經歷了某種事件，接著我們的邊緣系統就以某種情緒來回應，如憤怒或恐懼，同時身體也會出現反應，如心跳變快或是手心冒汗。

其實，情緒沒這麼簡單。大腦會在事情發生之前先預測，而非只會事後反應。¹³ 大腦會利用過去經驗的記憶，預測接下來會如何，然後依據外界的訊息和身體發出的訊號，來修正預測。接著，我們的大腦才會出現符合這一切的情緒。不知不覺，所有的訊息已在短短幾秒內整合好，使某種情緒湧現心頭。

如果過去經驗的「資料庫」中有許多羞恥感，我們就很可能再次感到羞恥。例如，你或許一早喝了杯很濃的咖啡，精神亢奮到有點神經過敏的地步，你看到兩個人交頭接耳，以為他們在講你的事，就會馬上勾引出你的羞恥感，而且讓你感覺有威脅。我們的情緒並非單純對外界反應，情緒也源於心靈的建構。¹⁴

如何發展挑戰反應？

如果你了解情緒的來龍去脈，就比較能夠掌控自己。就你所經驗的，你並非別無選擇。你不一定要把壓力反應當做是有害的，你可以

把身體反應當成是助力，認為這股力量將使你的大腦更靈活。如果你能經常做這樣的練習，久而久之，碰到刺激之時，大腦的預測就會傾向正面。即使你天生容易覺得受到威脅，你也可以將之視為生存的本能，設法轉危為安。與其退縮、喪志，不如豁出去，迎向挑戰！

運動心理學家艾夫莫（Jim Afremow）是很多職業運動員和奧運好手的顧問。有一位短跑女將曾求助於他，問要如何才能突破。她想表現得更好，然而結果總是差強人意。她說，專家已診斷出她的問題在於壓力。她說：「賽前我總會脈搏狂跳。我覺得心臟就快跳出來了。請你幫幫忙，讓我的心臟停下來吧！」艾夫莫笑道：「你真的希望你的心臟停止跳動？」他說，運動員想要去除壓力，其實這是最壞的做法。

「運動員必須把壓力想成助力，讓壓力幫助自己，準備做出最好的表現。他們必須對自己說：『是的，我需要壓力！』可別把胃裡的蝴蝶趕走，你得讓這些蝴蝶翩翩起舞。」換言之，他們必須跟壓力化敵為友。

那位短跑女將接受他的建議，把生理反應看成是幫助她面對挑戰的助力，終於得以進步幾毫秒（百米選手總是毫秒必爭），並創下個人最佳紀錄。

這聽來似乎簡單得不可思議，但是研究已經證實，這確實是可行而且有效的。研究人員要求受試者，將身體反應解讀為成功的助力，結果受試者出現較大的挑戰反應。有一項研究的受試者是即將參加GRE考試的學生，研究人員鼓勵他們用正面的心態來看壓力，果然考得比較好。¹⁵ 研究人員讓受試者處於實驗室壓力源之下，要他們把壓力想成助力，受試者比較能保持心理平衡。

能用挑戰反應來因應壓力的人，比較能與人四目相接，較少出現威脅反應的徵象，譬如別過頭去、玩頭髮、或坐立不安。他們的肩膀

放鬆，動作靈活，比較不會焦慮，也較少羞恥感。¹⁶ 只要能把壓力想成是有益的，自然會有這些好處。

挑戰反應無法減少壓力。你的交感神經系統依然非常亢奮，但這是好的激發，可讓你比較專注。為了導引壓力，讓自己有更多好的能量可以運用，你可對自己說：「我很興奮！」或是「我的心狂跳，我的胃糾結。太棒了，我現在正需要這種好的強烈壓力反應！」當然，如果你感受到的壓力像我們研究中的母親照護者，講這種話，感覺就像在耍嘴皮。不過，你還是可以用溫和的方式對自己說：「我的身體反應正在幫助我，讓我集中精神處理事情。因此，我必須注意這樣的跡象。」挑戰反應並不是假惺惺的對自己說：「哇，太棒了，壓力來了。」而是即使碰到困難，你還是能依據的自己的需要去形塑壓力。

如果對「好壓力」上癮，亦即因為追求成就、經常亢奮，例如在一家新創公司工作，一直處於高潮之中，那你就必須小心了。即使是好壓力也可能過度。有時，讓心血管系統全力運作，心理也準備好，蓄勢待發，這是有益健康的。但是我們的身心無法長久處在這樣的高度刺激之下，放鬆仍然是必要的。我們建議你，經常參加能讓你深層恢復的活動。已有明確的證據指出，冥想、梵唱等正念修習可減壓、刺激端粒酶的生成，甚至可能使你的端粒增長。（更多的細胞保護策略，請參看〈逆齡的重要訣竅〉——減壓技巧有益於端粒健康。）

即使是在慢性壓力的情況下，例如擔負照護責任，壓力也不是壓得人喘不過氣來的巨石、或是無法掀開的黑毯子。雖然我們不免碰到壓力或壓力事件，但並非時時刻刻都活在壓力之下。我們仍擁有一點自由，可以決定此時此刻要做什麼。我們既無法改變過去，也不能決定未來會發生什麼，但是我們可選擇此時此刻，要把自己的注意力放在哪裡。雖然當下的反射動作不一定是我們能夠操控的，但是接下來的反應則仍有塑造的可能。

研究顯示，儘管只是預期壓力事件的發生，大腦和身體產生的效應幾乎和真正經歷事件一樣。¹⁷ 如果事情還沒發生，你就開始擔心，壓力就會像潰堤之河，淹沒時時刻刻。其實，你可以過得更好，不必如此。如果你要擔心，幾乎總是可以找到讓你憂心的事，那麼壓力反應就會一直存在。假使事情還沒發生，你已預期結果很糟，就會增加威脅壓力——這正是你必須盡量避免的。然而，我們要做的不是盡量不去想讓自己覺得有壓力的事，重要的是，要用什麼樣的角度來思索這樣的事件。

通往抱病壽命的捷徑：壓力、免疫細胞老化與發炎

這種事總是屢見不爽。你為了工作拚死拚活，終於趕上期限，或是你好久沒到海邊度假，終於上了飛機，你卻感冒了——打噴嚏、流鼻涕、喉嚨痛、全身無力。這可是巧合？

或許不是。你的身體積極對抗壓力之時，你的免疫系統或許可以支撐一時，但真的只是一時，無法永久。慢性壓力會壓抑免疫系統，使我們容易受到感染——即使接受疫苗接種，產生的抗體也比較少，如有傷口，也比較不易癒合。²⁰

壓力、免疫抑制和端粒之間，確有關聯。多年來，科學家並不知道壓力如何損害免疫系統。現在我們已經知道一個重要答案：端粒。活在慢性壓力下的人，端粒較短，而短端粒會使免疫細胞提早老化，意謂免疫功能將變得更差。

端粒愈短，免疫系統愈脆弱

有些免疫細胞就像身體中的特種部隊，可以對抗病毒感染。這些免疫細胞就叫T細胞。這些細胞在胸骨下方的胸腺內分化、生成，成熟後就會離開胸腺，不斷在全身循環。每個T細胞表面都有獨特的受

體，這種受體就像警用直升機的探照燈，在體內四處搜查，找尋「犯人」——即受到感染或發生癌變的細胞。（有一種T細胞與老化關係尤其密切，也就是CD8細胞。）

以鳥類做為借鏡

壓力和端粒真有因果關係？為了驗證這點，研究人員用鳥類進行實驗。他們在野生綠鸕鶿的水中，添加壓力荷爾蒙皮質醇，或是抓住這些鳥，使牠們感受到很大的壓力，結果與對照組相較，這些綠鸕鶿的端粒變得較短。¹⁸ 這可不妙，因為對這種鳥類而言，短端粒意謂短命！如果把鸚鵡獨自關在籠中，不讓牠和同伴交談，鸚鵡的端粒也會變短。¹⁹ 我們已知人類對社交環境很敏感，似乎鳥類也是。

然而，光是發現有害的細胞還不夠，為了完成任務，T細胞必須從表面蛋白（CD28）接收第二種訊號，亦即可以進行免疫反應的綠燈訊號。在T細胞殲滅目標後，T細胞就會有「記憶」，同樣的病毒以後再入侵身體，T細胞就會繁衍出成千上萬和自己相同的子代細胞，發揮強大的免疫反應，快速殲滅那種病毒。這就是疫苗接種的基礎。疫苗通常是病毒蛋白質或被殲滅病毒的片段，免疫效果可持續多年，因為對最初接種疫苗有反應的T細胞，可在體內存活很久（有時可長達一生），一旦病毒再度入侵，就會出動，加以殲滅。

我們擁有非常多種T細胞，每一種都能辨識某種抗原或病毒。因此，在我們感染某種病毒時，具有正確受體的少數T細胞，就能大量繁衍，以對抗病毒。T細胞要不斷分裂，大量生成，需要很多的端粒酶。然而，如果端粒縮短的速率太快，來不及補充，端粒酶反應就會愈來愈弱，T細胞中的端粒就會愈來愈短。如果T細胞的端粒太短，細胞老化，就會失去表面標記CD28，也就無法發動有效的免疫反應了。此時，身體就像一座財政困窘的城市，沒有警用直升機和探照燈的預算。城市外表看來雖然還好，為非作歹的人將愈來愈多。細菌、病毒和出現癌變的細胞，就無法從體內清除。這也就是為何細胞老化的人

（包括老年人和有慢性壓力問題的人）都容易生病，動不動就染上流感或是肺炎。這也是HIV帶原者發病的一個原因。²¹

一旦T細胞老化，端粒變得太短，即使是年輕人也很容易生病。卡內基美隆大學的心理學家柯恩（Sheldon Cohen），曾招募年輕人當受試者，住在飯店的單人房內，讓他們感染感冒病毒。之後，柯恩測量他們的端粒。他發現，免疫細胞端粒較短者，特別是CD8細胞快要老化的，比較快出現感冒症狀，症狀也比較嚴重（嚴重程度是以他們打噴嚏、流鼻涕用過的衛生紙，秤重來衡量）。²²

壓力大，免疫細胞的端粒酶較少

我們的T細胞（免疫系統中的戰士）似乎特別容易受到壓力的損害。我們在另一項家庭照護者研究中，抽取家有自閉兒的母親照護者的血液樣本，發現這些母親CD8細胞的端粒酶較少，而且已失去重要的CD28表面標記，顯示多年飽受壓力，端粒將會變得很短。

加州大學洛杉磯分校的免疫學家艾弗洛斯（Rita Effros），是研究免疫細胞衰老的先驅。她利用實驗室培養皿做壓力實驗，發現免疫細胞會因壓力荷爾蒙皮質醇過多，致使端粒酶較少。²³ 這也就是為何我們必須用比較健康的方式，來因應壓力。

端粒愈短，愈容易發炎

老化的CD8細胞端粒耗損之後，老化細胞就會分泌促發炎的細胞介素。端粒持續變短，CD8細胞最後也會完全衰老，但這些細胞拒絕死亡，一直在血液中累積。（正常的CD8細胞會慢慢死亡，這是透過一種細胞自然死亡的機制，也就是所謂的細胞凋亡。過程中，所有衰老或受損的免疫細胞會被排出體外，不會大量累積在體內、發展成白血病。）這些衰老的T細胞就像籃子裡的爛蘋果，周遭的蘋果都會受

到影響。這些衰老的細胞會慢慢把更多的促發炎物質傳送出去。如果你的血液中有太多老化細胞，就可能出現嚴重感染，或是罹患種種發炎性疾病。你的心臟、關節、骨頭和神經，甚至連你的牙齦都會受到感染。如果壓力使你的CD8細胞變老，你也會老得很快，不管你的實際年齡是幾歲。

壓力和痛苦都是人生的一部分。只要你關愛別人、重視某些事、以及冒險，都免不了要承受壓力和痛苦。我們可以擁抱人生、認真生活，也可利用挑戰反應來保護自己的細胞。右頁的〈逆齡實驗室〉提供了一些特殊的技巧，使你得以培養挑戰反應。

然而，挑戰反應並非唯一的工具，有些減壓法對你的端粒也有很大的好處。請參看第160頁的〈逆齡的重要訣竅〉，你可以利用那些減壓技巧來增進端粒健康。如果壓力迫使你沉浸在負面思考之中（或許你一直壓抑痛苦的想法、滿腦子都是負面思想，或者你已開始預期別人會給你負面反應），請繼續讀第5章。我們將告訴你，如何使你的端粒免於遭到負面思想的破壞。

端粒健康竅門

- 你的端粒其實不會在意一些小事。
但是，你得提防有害的壓力。
有害的壓力是可能持續多年的嚴重壓力。
有害壓力會使你的端粒酶活性變小、端粒變短。
- 短端粒會使免疫反應變得遲鈍，甚至使你容易感冒。
- 短端粒會助長發炎（特別是T細胞中的CD8細胞）。
慢性發炎會使組織退化，出現老化疾病。
- 我們無法消除壓力，
但是用挑戰的心態面對壓力事件，

可強化身心抵抗壓力的韌力。

逆齡實驗室

如何減少「自我威脅」的壓力

若是你感覺你的身分認同面臨考驗，也許會有強烈的威脅反應。例如，如果你的主要自我認同是「好學生」，期末考或許會讓你覺得壓力很大。又如，由於你認同自己是個「運動員」，就會因為要參賽而忐忑不安。萬一你表現不好，不只是會因為成績差而難過，這種失敗的經驗將啃噬你對自我價值的感受。

認同危機會帶來威脅反應，你可能因為這種反應而表現不好，如此一來，你的認同問題又會變得更加嚴重。這不但是惡性循環，對你的端粒也會有不良影響。要斷開這樣的惡性循環，自我認同就不要過於狹隘。

如何化解自我威脅：請設想一種壓力情境，然後在你心中或在一張紙上，列出你重視的事（最好和你設想的情境無關）。例如，你或許認為，你在社會上扮演的某些角色很重要（如為人父母、好員工、社區成員等），至於你特別重視的事，可能是宗教信仰或是社區服務等。接下來，回想過去人生的一個時間點——在那一刻，你扮演的角色或你重視的價值觀，對你而言特別重要。

雖然只是要求受試者利用十分鐘，寫下個人的價值觀，已有不少研究發現這麼做大有幫助。這種做法就叫「價值肯定」。研究人員發現，不管在實驗室或是真實生活環境，價值肯定都有助於減少壓力反應，讓人用挑戰心態克服困難。²⁴ 找出你的價值觀，藉由這樣的價值觀，做出更好的表現。²⁵ 這麼做可以刺激大腦的報償區域，也有助於緩解壓力反應。²⁶

下一次，你發現威脅即將來襲，就可這麼做：暫時靜下來，列出對你而言最重要的事。我們認識的一位母親照護者，就把照顧自閉症的兒子，列為人生第一要務。這麼做似乎能讓她消除緊張，不在乎別人怎麼想。如果兒子在公共場所失控，她可無視旁人的眼光，設法滿足兒子的需要。她說：「只要把這點想清楚，我就覺得身在一個保護泡泡當中，比較沒有壓力。」

只要你擴大自己的價值觀，肯定自我價值，就不會因為單一事件的結果，而出現自我認同的危機。

創造一些距離感

在你自己感覺的部分和思維的部分，創造出一些空間。研究人員艾杜克（Ozlem Ayduk）、柯洛斯（Ethan Kross）等人進行了幾項實驗研究，以操控情感壓力反應，了解什麼因素會使情感壓力反應加大或快速消失。他們發現，如果你能隔離思考和情感，就能把威脅反應化為正面的挑戰反應。艾杜克與柯洛斯表示，創造距離感的方式有下列幾種：

語言距離法：當你想到即將面臨的事情而倍感壓力之時，可以用第三人稱來談論自己，例如：「伊莉莎白為什麼緊張？」如果你把自己設想為第三人，等於是把自己變成旁觀者。所謂旁觀者清，你就不會捲入太深，以致不知如何是好。此外，已有許多研究顯示，經常自我指涉（「我……」或「我的……」）代表自我聚焦，比較容易出現負面情感。艾杜克與柯洛斯發現，以第三人稱來思考，不用第一人稱「我」來談論自己，比較不會有受到威脅的感覺、或生出焦慮或恥辱之感，也比較不會反芻。這樣的人比較能在壓力之下完成任務，在別人的眼中看來，也比較有自信。²⁷

時間距離法：如果是下一刻即將發生的事，你會出現比較大的情緒反應。若是你把眼光放在長遠的未來，情緒反應就不會那麼大。下次你碰到讓你感到壓力很大的事情時，可以這麼問自己：「十年後，這件事仍會對我有影響嗎？」根據研究，會問自己這種問題的人，比較會有面對挑戰的想法。如果你能了解壓力事件只是一時的，就能很快想通，比較不會跟自己過不去。

視覺距離法：在事件過後，你可利用距離法這樣的技巧，來面對威脅反應。如果你經歷某個挫折事件，心裡很難受，可以利用視覺距離法幫助自己過度這個難關。因為你若是再回想這個事件，就可能誘發那種難受的感覺。因此，你必須後退，從遠遠的地方看這個事件，就像看電影一樣。如果你能用這個方式來觀看，就不會再湧現同樣的情緒；而且你把距離拉大，也能看得更清楚。

這種距離感有助於你遠離負面回憶。這種技巧就是所謂的「認知解離」（cognitive defusion），研究已證實：認知解離可立即減少大腦的神經壓力反應。²⁸ 也許，這是因為這種做法可激發大腦的反射與分析區域，而非情感區域。

下面就是我們參照艾杜克和柯洛斯的距離創造法，設計出來的技巧（我們結合視覺距離、語言距離和時間距離三種方式）：²⁹

請依照指示來做：閉上眼睛。回想事情發生的那個時間點和地方，就像你已回到現場。請後退幾步，站遠遠的，好像現在的你是個旁觀者，正在看事件中的自己。就從這個角度觀看當時的事件。請注意看過去的自己。在你觀看的同時，請試著了解自己那時的感覺。為什麼那時你會有這種感覺？原因或理由為何？問自己：「十年後，這個事件仍對我有影響嗎？」

如果你有回溯壓力（例如在事件之後你仍有很多負面情緒，或是覺得羞恥），視覺距離策略可能特別有幫助。

如果你身在壓力的當下，也可運用這個策略。透過這樣的精神脫離，或許可繞過伴隨壓力而來的威脅感。

第5章

負面思想、彈性思維，如何影響你的端粒？

我們大抵不知道，自己內心的碎念對我們有何影響。

有些思考模式看來會對端粒造成傷害，包括念頭的壓抑和反芻，以及帶有敵意和悲觀色彩的負面想法。

我們不可能完全改變自己的自動反應模式

——有些人天生悲觀或是習慣反芻，

也就是會反覆思索某些負面經驗，鑽牛角尖；

但是我們可以避免受到自動反應模式的傷害，甚至從中發現幽默。因此，我們希望你更了解自己的思考習慣。

一旦你了解自己的思考方式，不只是會驚奇，而且可能進而培養出解決問題的能力。

如果要了解自己的思考傾向，可以試著做本章最後的〈自我評量〉。

多年前的一天，瑞福德．威廉斯（Redford Williams）在辦公室忙得焦頭爛額。好不容易才熬過這一天，下班回家。進家門後，他就走向廚房。走到廚房，他停下腳步，發現流理臺上還擺著一堆型錄。前一天，他老婆維吉妮亞才答應她會把那堆型錄丟掉。此時，維吉妮亞正優哉游哉的站在爐火前攪拌一鍋湯。型錄依然堆積如山。

瑞福德大動肝火。一看到老婆，劈頭一句：「把那堆該死的型錄丟掉！」

他在想什麼？任何人聽到這樣莫名其妙的話，不免這麼想。不過是一件芝麻蒜皮的小事，何必這樣大發雷霆？如今，瑞福德．威廉斯已是杜克大學的心理學和神經科學知名教授，也是憤怒管理的專家，

應該能給我們一個答案吧。他說：「我當時在想，老子累死了，我老婆在家閒著沒事，明明答應要做的事竟然故意不做，懶成這樣，不由得火冒三丈。她到底在幹什麼啊？」瑞福德後來才發現，老婆不是偷懶，她為了他心臟的健康，費盡心思設計菜單，因為忙著烹煮，忘了把型錄丟掉。

科學家已知，某些思考模式對端粒的健康有害。例如憤世型的敵意（好比瑞福德那種多疑、憤怒式的思考，看到廚房有點雜亂就悻然大怒），就和端粒變短有關聯。悲觀也是。其他思考模式，包括胡思亂想、反芻和思想壓抑，都是很難改變的自動反應模式。有些人天生憤世嫉俗或是悲觀，還有一些人則打從幼年會開口說話開始，就有反芻問題的習慣。我們將在本章探討每一種自動思考模式，但你會發現很多負面思想其實可一笑置之。這種思想的傷害是可以避免的。

憤世型的敵意

1970年代，《A型行為與你的心臟健康》一書非常暢銷，「A型人格」因此成為人人琅琅上口的名詞。此書宣稱，A型行為（急躁、好勝、對他人懷有敵意）是心臟病的危險因子。¹ 目前，你仍可透過線上心理評量，看看自己是否屬於A型人格。A型人格偶爾也會在聊天時冒出來，譬如「噢，我好討厭排隊，像我這種A型人格的人，實在受不了排隊等待。」

之後的研究顯示，性急、好勝不一定有害健康，破壞力最強的是A型人格中的敵意部分。

憤世型的敵意（cynical hostility）意謂強烈的憤怒、而且無法信賴他人。懷有敵意的人不只是想「我好討厭排隊」，而是認為「有人故意插隊，我才需要排這麼久」。這種人常常生悶氣或是惡毒批評排在自己前面的人。在心理評量中，憤世型敵意得分高的人常會用大吃大

喝、抽菸、喝酒，來消極因應。這種人較容易得到心血管疾病、代謝疾病²，常常無法長命。³

他們的端粒也比較短。有一項針對英國公務員做的研究，憤世型敵意得分高者，與得分低者相比，端粒較短。憤世型敵意最強烈者超過30%會出現短端粒、高端粒酶活性的組合——這種組合可不太妙，因為這似乎代表端粒變短時，端粒酶也無法發揮保護端粒的功能。⁴

如果有這種細胞老化的現象，也比較容易出現有害的壓力反應。在理想情況下，面對壓力時，身體會分泌大量的皮質醇，血壓也會升高，壓力解除後就會迅速回復正常。你已準備好面對任何挑戰，然後恢復。如果皮質醇與舒張壓的反應都變得遲鈍，代表壓力反應因為過度使用而有了缺陷，在壓力事件過後，還是難以回復正常，收縮壓一直居高不下。

這樣的人也沒有足夠的壓力緩衝。除了憤世型敵意較強烈，他們還有人際關係薄弱、較悲觀等問題。⁵ 從身體和心理社會健康來看，這些人很可能會提早進入抱病壽命的階段。通常女性的憤世型敵意較弱，罹患心臟病的風險也比較低，但女性依然比較容易受到一些心理疾病的影響，如憂鬱症。⁶

悲觀

大腦的主要任務之一就是預測未來。腦部經常掃視環境、並與過去經驗比對，注意是否會面臨威脅。有些人的大腦敏於察覺危險，即使情況不明或無所謂好壞，他們還是會想：「不好的事就要發生。」他們是第一個準備好面對最糟情況的人，也是第一個想到最壞結果的人。換言之，這種人就是悲觀者。

例如，我（伊麗莎）和友人婕咪去登山，看到一條少有人走的小徑，我覺得很興奮，認為這是冒險的好機會；但婕咪說，那裡很可能

會有毒橡木和毒藤蔓。我們在森林深處發現有一棟房子，我的內心隨即充滿欣喜和期待。說不定主人會請我們進去喝杯茶！主人如果走到門廊，至少會面露微笑、跟我們打招呼吧。婕咪想的跟我恰恰相反。她說如果主人走到門廊，該會對我們皺眉、低聲咒罵，甚至可能拿出來福槍。顯然，婕咪的思考模式比較悲觀。

我們的團隊進行悲觀思考模式與端粒長度的研究時，發現悲觀指數高的人，端粒比較短。⁷ 儘管我們的研究規模很小，受試者只有三十五位女性，但我們的研究結果與其他大型研究差不多，包括一項受試者多達一千位男性的研究。⁸ 目前已有許多研究證實，悲觀也是健康狀況不佳的危險因子。悲觀者容易得到老化相關病症，如癌症或心臟病，如果罹病，疾病的進程也發展得比較快。此外，悲觀的人也和具有憤世型敵意的人一樣端粒較短，壽命也比較短。

我們已經知道，跟感覺面臨挑戰的人相比，較常出現威脅反應者端粒較短。從定義來看，一旦受到壓力，悲觀者通常比較會覺得受到威脅。他們多半認為自己做得不好，無法處理問題，所以問題遲遲無法解決，沒有勇敢面對挑戰之心。

有些人天生悲觀，有些悲觀則是來自幼年的生長環境。在這種環境下成長的孩子，常會認為剝奪、暴力或痛苦事件即將發生。其實在這種狀況下，悲觀不失為健康的心理調適，以避免一再失望的痛苦。

胡思亂想

你坐在椅子上，拿著這本書或電子閱讀器，是否全神貫注在書中內容？或者你會想東想西？如果你在想別的事情，你的情緒是愉悅、不快，或者沒有什麼特別的感覺？此時此刻，你快樂的程度如何？

哈佛大學的心理學家奇林斯沃思（Matthew Killingsworth）和吉爾伯特（Daniel Gilbert），利用iPhone應用程式「追蹤你的快樂程度」

（track your happiness），提出幾千個像這樣的問題。這個程式每天會不定時詢問使用者在做什麼、在想什麼，以及快樂程度為何。

奇林斯沃思與吉爾伯特分析所蒐集的數據之後，發現我們一天約有一半的時間在做某件事的時候，會心不在焉、胡思亂想。如果是做愛、聊天或是做運動，最不會分神（儘管分神的比率仍多達30%）。他們下結論說：「人類最會胡思亂想。」他們強調「人類」，指出在所有的動物當中，唯獨人類的思緒會離開當下發生的事。⁹

語言是了不起的能力，讓我們得以計劃、反思、夢想，但我們也得為這種能力付出代價。

根據奇林斯沃思與吉爾伯特的iPhone快樂追蹤研究，如果人在做一件事的時候不專心，常會胡思亂想，就會比較不快樂。奇林斯沃思與吉爾伯特指出：「喜歡東想西想的心，其實是不快樂的。」特別是常會想到一些負面的事情、或是希望自己處在別的地方，這都很容易讓人陷入不愉快的心境。（如要評量自己是不是很容易胡思亂想，可從<http://www.trackyourhappiness.org>下載app。）

我們和同事普特曼（Eli Puterman）募集二百五十位健康、壓力低、年紀在五十五歲和六十五歲之間的女性，研究她們是否容易分神。我們請她們藉由兩個問題，評估自己的專心程度、以及是否容易分神想到負面事情：

- 一、在過去的一個星期當中，你多常完全專心投入於一件事？
- 二、在過去的一個星期當中，你是否常希望自己能在別的地方，或是做別的事？

接著，我們測量受試者的端粒長度。根據受試者自述，最容易胡思亂想的人（專注力低及希望身在別地方者），端粒較短，約減少二百對鹼基對。¹⁰ 這樣的結果和她們生活壓力大小無關。這就是為何我

們該注意：是否常常希望自己能在別的地方。這種想法代表你內心有衝突，而且為你帶來不快樂。如果常會分神想到負面的事情，要解決這樣的問題，最好的方法就是練習專注。

「正念減壓法」（mindfulness-based stress reduction）的創始人卡巴金（Jon Kabat-Zinn）說道：「如果我們能勇敢面對每一刻發生的事，不要逃避，對於當下要解決的問題來說，就是跨出一大步了。」

11

想要一心二用，總會帶來一點討厭的壓力，即使你自己並沒有發覺這點。我們大半時間都會想東想西，有時這樣分神可帶來創意，但是如果你的心思飄到有關過去的負面想法，就容易變得不快樂，甚至壓力荷爾蒙（腎上腺皮質醇）會增加。¹² 我們現在已知，心不在焉而且出現負面想法，可能是衝突的隱形來源。

專注於一件事

現在，我們的注意力有限，事情又多，因此傾向多工，追求時間效率，例如在做一件工作的時候，不時查看一下電子郵件信箱。其實時間要用得最有效率，就是一次只做一件事，全神貫注在這件事上。專注的心流（flow）經驗，會讓我們有活在當下的感覺，從中得到滿足。例如，我（伊麗莎）要是得在會議室待上一天，那我可以選擇把注意力切割成若干部分，除了聽會議報告，也不時滑手機、收發電子郵件、想想自己還得做哪些事。反之，我也可以選擇專心聽我前面的人報告，這可帶給我單純的快樂，而且我面前的講者也會有截然不同的感受。

我（伊莉莎白）在日常生活裡，也感覺到注意力不斷受各種事情拉扯。我是科學研究人員、也身為人母，並肩負系主任的行政工作。如果我在實驗室裡專心做實驗，操控小小試管裡的分子和細胞，就會

覺得時間過得很快，幾個小時一下子就溜走。週末在家和家人相聚的時間，似乎一眨眼就結束了。但如果公務繁多，時間又緊迫，焦頭爛額，我對時間的感覺就不一樣了。當然，有時因時間不夠，不得不同時做好幾件事。不管你是專心做一件事、或必須同時應付好幾件事，你都該盡量去除干擾，避免分心，至少大半天必須如此。

反芻

反芻就是不斷反覆思考同樣的問題。這是一種會讓人深深陷入、無可自拔的習慣。反芻就像女妖用歌聲引誘你：如果你繼續想，就可能想出解決的辦法，或是了悟自己為什麼會這麼倒楣；你再想下去，就可能有所突破，把問題解決了，你就可鬆一口氣！

雖然反芻看起來是在解決問題，其實更像是被捲入旋渦，讓你沉浸在自我批判的負面想法之中。你不但無法藉由反芻有效解決問題，你只會覺得更糟。

反芻跟無害的反思有何不同？反思的分析是自然的、好奇的、內省的、或哲學的，思索事情為什麼會以某種方式發生。反思也許會讓你覺得不舒服，特別是你後悔做了某件事。但反芻是一種相當難受的經驗。即使你試著不要去想，也做不到，最後也無法解決問題，只會引發更多的反芻。

若是基於某種原因，即使困難已經過去，你希望延續壓力反應，那反芻不失為有效的方法。在你反芻時，壓力依然會留在你身體裡，就算造成壓力的原因早已消失。你會血壓升高、心跳加速、皮質醇濃度變得更高。迷走神經（原本可讓心臟和消化系統保持穩定，幫助你感覺平靜）則變得遲鈍；即使壓力源已消失很久，迷走神經還是無法活躍。最近，我們研究了健康女性照護者的每日壓力反應。這些照護者在壓力事件過後愈是反芻，由於她們的CD8細胞已經老化，這種細

胞含有的端粒酶活性也就愈來愈小。CD8細胞是重要的免疫細胞，受到損傷時，會傳送出助長發炎的訊號。愈會反芻的人，也比較容易陷入憂鬱和焦慮，¹³ 而這些情緒都和端粒變短有關。

思想壓抑

我們要描述的最後一種危險的思想模式，其實是一種反思想。這個過程就叫做「思想壓抑」，亦即拚命想消除討厭的思想和感覺。

已故哈佛社會心理學家韋格納（Daniel Wegener）有一天在看書，看到偉大的十九世紀俄國小說家杜斯妥也夫斯基寫的一句話：「給自己這麼一個任務：盡量別想北極熊，但是接下來那該死的北極熊每一分鐘都會出現在你眼前。」¹⁴ 韋格納覺得這個想法沒錯，決定測試看看。韋格納透過一系列的實驗，發現一種現象，稱之為「矛盾反彈」

（ironic process），意謂你愈強迫自己擺脫某些念頭，那些念頭反而會變得更強烈。這是因為壓抑一個想法非常困難。你必須經常注意禁忌之物是否出現在你心中：這裡是不是有北極熊？大腦無法一直監視北極熊是不是會冒出來，終於因為疲累而難以為繼。你努力把北極熊壓在浮冰底下，但北極熊還是一直探出頭來，甚至多帶了好幾個朋友一起來。即使你沒壓抑北極熊的念頭，你更會忍不住去想北極熊。矛盾反彈就是癮君子戒菸常會犯的錯，愈努力戒菸，愈會想到香菸。節食者也是，明明努力不去想吃的東西，星冰樂依然出現在眼前。

矛盾反彈也對端粒有害。我們已知慢性壓力會使端粒變短；但我們若是拚命想把不好的念頭壓到潛意識深處，這種念頭反而會反彈。大腦資源如果過度消耗（稱為「認知負擔」），就愈難壓抑念頭。如此一來，非但無法減壓，壓力反而變得愈大。壓抑黑暗想法的典型例子，來自創傷後壓力症候群的病人。儘管這些病人不願回顧可怕的事件，回憶還是像糾纏不休的幽靈，可能突然出現在日常生活、或是潛

入夢境之中。病人通常會嚴厲斥責自己，不該讓那念頭闖入心靈，乃至出現情緒反應，必須再勇敢抵抗。

我們再來想想其中的關聯。我們把不好的念頭推開，卻造成念頭反撲，我們因此感覺很差，又因為感覺很差而覺得自己很糟。這一層又一層的負面批判，就像毛毯一樣，把你緊緊包裹起來，耗盡你最後一丁點氣力，使你無法應付。這就是人會陷入重度憂鬱的一個原因。根據一項小型研究，想避免負面感覺和想法，與端粒變短有關。¹⁵ 單是避免負面感覺和想法，也許不會使端粒變短，但如同你將在下一章看到的，很多證據顯示，得了憂鬱症但沒接受臨床治療，對端粒將會非常不利。簡而言之，思想壓抑會導向慢性壓力和憂鬱，這兩種情況都會損害端粒。

彈性思維

如果上述任何一種思考習慣讓你痛苦（悲觀、反芻、無法專注且一直想到負面的事、有憤世型敵意），你也許需要改變。但負面思想並不是你可以控制、叫停的。在美劇「歡樂單身派對」（*Seinfeld*）中的一集，喬治的朋友法蘭克，為了汽車座位的安排大傷腦筋。他舉起雙手，叫道：「現在，給我平靜下來！」法蘭克解釋說，他不是再罵人，而是要自己平靜。他一生氣，血壓飆高，就會這樣。喬治的父親坐在後座，喬治從後照鏡看到他老爸因為生氣而脹紅了臉，甚至氣到嘴角冒泡。

喬治問他老爸：「你也要大叫了嗎？」

充滿壓力的一日

我們在最近的一項研究，追蹤了家有自閉兒的母親照護者，剖析她們日常生活的情緒。和子女健康的對照組相比，那些母親照護者一早醒來，內心就有較多的恐懼。一天的生活開始之後，壓力事件也讓她們倍感威脅。母親照護者比較容易反芻當天發生的事件，

也陳述說自己很容易心不在焉，常有負面念頭。似乎照護的慢性壓力會帶來過度反應壓力症候群，亦即照護者會預期壓力事件的發生，因此比較容易擔心、容易過度反應，也比較會反芻。

我們研究這些照護者的細胞，發現她們的CD8細胞不但老化，細胞中的端粒酶也比較少。此次的研究也發現，負面思想也會使她們的端粒酶減少。不過我們也發現：有不少照護者是在喜悅中醒來，壓力會激發她們的挑戰反應。這些照護者會避免反芻，這些習慣使她們細胞中的端粒酶增加了。

對自己大吼大叫根本就沒有用。像憤世型敵意和悲觀這樣的人格特質有遺傳的成分在內，是與生俱來的。如果你在童年時期經歷許多創傷，或許常會有負面思想。這種思想是終生習慣，可能永遠都不會完全消失。因此，責罵自己不大可能會有什麼效果。幸運的是，你可利用彈性思維，使自己免於受到負面思想模式的傷害。

彈性思維屬於新一代的療法。這種治療是以「接受」與「正念」做為基礎，不會去改變你的思想，而是幫助你改變你和思想之間的關係。就算出現負面思想，你可以不予理會，不反應，也不必因為這些念頭的出現而難過、自責。我們接下來的建議就是要告訴你，如何用比較彈性的方式，來因應負面思想模式。這些建議基於臨床試驗，有助於改善你的自我感覺。整體來說，加強彈性思維對細胞健康是有益的。

增進思想覺察力：擺脫負面思想模式的掌控

上面描述的負面思想模式會自動出現，且會誇大、而有掌控力。負面思想會控制你的心靈，就像一條蒙住大腦的布，讓你無法看清周遭真正發生了什麼事。你的負面思想模式掌控一切時，你真的相信你老婆是個懶女人，不知道她正費心幫你烹煮有益健康的餐點。你相信陌生人會拿著來福槍跑出來，而不知這樣的情境有多誇張。如果你能

覺察這種思想模式，就可以把蒙住大腦的布取下來。也許你無法阻止那些負面想法，至少你可以看清楚一點。

增進思想覺察力的方法，包括冥想和身心減壓法，正念靜坐尤其有效。即使是長跑，透過規律的腳步，也能加強你的思想覺察力。你會注意腳踏在地面上的節奏，發現路邊樹木和葉子的細節，注意每一個出現在你腦海中的意念。如果你能常做身心練習，任何型式的練習皆可，就比較不會黏著在有關自己的負面思想上，比較能注意周遭環境和他人。在出現反應之時，你也就知道你正在經歷負面思想，負面思想也比較容易消失。思想覺察力能增進你的抗壓性。

如果你想知道自己的想法，可以閉上眼睛，輕鬆呼吸，把焦點放在你心中的電影銀幕上。接著，後退一步，從銀幕觀看念頭的流轉，就像站在繁忙的街道上看著過往的車輛和行人。對一些人來說，這個街道就像大雷雨中的紐澤西高速公路——車流眾多，一輛接著一輛，急駛而過。這沒關係，但你要注意自己的思想，包括讓你難過的事，你可以加上標注、接受這些事情，甚至一笑置之。（「噢，我又在批評自己了。我動不動就這樣，真是好笑！」）你不是把你的思想推到表面底下，讓這些思想控制你的行為，而是讓這些負面思想通過你的心靈。

如果你能覺察自己的思想，也就比較不會反芻。¹⁶ 此外，你也比較知道如何應付自動產生的負面思想，也就是把你的本能想法以及你對這種想法的反應，拉開一段距離。你了解，你不必跟著你腦中的故事線走，因為你已經知道，那樣的故事線不一定會帶來創造性思維。我們一天中的念頭可能多達六萬五千個，這些念頭的生成不是我們可以控制的。不管我們做什麼，這些念頭還是會出現，包括我們討厭的想法。然而，如果你練習覺察自己的思想，就會發現九成的思想其實以前已出現過。如此一來，你就不會太執著於這些想法，且被這些想法牽著鼻子走。這些想法真的不值得你念念不忘。

經過一段時間之後，你就知道如何面對反芻和有問題的想法，告訴自己說：「那只是一時的念頭，不久就會消失的。」人類心靈有一個祕密：別相信你的想法告訴你的一切。（就像汽車保險桿貼紙上印的：「別相信你的每一個念頭。」）我們唯一可以確定的是，我們的想法會不斷改變。思想覺察力有助於我們辨別真相。

由於我（伊莉莎白）的端粒共同研究計畫涉及冥想作用，幾年前我曾參加正念冥想靜修營，學習這種技巧。我和其他對正念冥想有興趣的科學家與心理學家，在南加州一處靜謐營地待了一個星期，跟隨名師華勒士（Alan Wallace）學習西藏冥想技巧。由於我是初學者，我很訝異這樣的訓練非常強調注意力的集中。我發現，正念冥想可讓人內心平靜下來，自然而然生出愉悅、感恩之情。

結果，我的專注力提升了。多年後的今天，我仍保有這種能力。為了加強我的專注力，我常常做「微冥想」的自我訓練。只要我覺得無聊、焦躁不安或是不耐煩，就會這麼做，例如在候機室等待登機、在舊金山搭接駁巴士去開會、等電腦啟動、或是把茶水放進微波爐加熱時，我都會進行微冥想。

下次，如果你發現討厭的念頭又來糾纏你的時候，或許可以試著這麼做：閉上眼睛，正常呼吸，然後把注意力放在呼吸上。不管你有什么念頭，想像你只是一個旁觀者，然後看著念頭漸漸消失。不管如何，不要批評自己想法不當或是因此責怪自己。把你的注意力拉回到呼吸，專注在吸氣和吐氣的自然感覺。

多練習幾次，你腦海中的雜亂思想就會漸漸沉澱，你也就能更專注。你可把你的心靈想像成雪花水晶球。你的思想飄浮不定，就像水晶球裡的雪花。但是只要你利用一點時間微冥想，那些思想就會慢慢飄落，讓你的心靈恢復清明。如此一來，你就比較不會受制於負面思想。當然，若是你能用長一點的時間來做練習，那更好。你也可考慮參加正念冥想靜修營，那就可更容易學會這種技巧。

切記，別為了追求完美而走火入魔。即使你可以練習的時間只有一點點，也能幫助你強化思想覺察力，削減負面思想的力量。

正念訓練、建立人生目標，造就更健康的端粒

一群有經驗的禪修者在佛教學者華勒士的帶領下，去科羅拉多洛磯山閉關修行。在長達三個月的修行中，他們密集練習專注冥想，希望培養出穩定的注意力焦點，同時覺得輕鬆、自在。冥想者也練習設想益己益人的願望，如同情。¹⁷ 這些禪修者也配合加州大學戴維斯分校的研究人員夏倫（Clifford Saron）等人，參加了很多實驗，包括抽血。夏倫的研究團隊為了測量這些冥想者的端粒酶，在山上建立一座實驗室，搬來冷凍離心機、以及在攝氏零下八十度存放冥想者細胞的乾冰貯存機——這代表為了這個冥想研究，他們必須把二千多公斤的乾冰運上山。

這些禪修者在美麗的山區傾聽導師的啟發，與志同道合者一起冥想，三個月後，果然覺得大有進步¹⁸——比較不會焦慮、韌力變強，也較具有同理心。他們專注的時間變長了，也比較能抑制習慣性的反應。靜修結束五個月後，研究者追蹤禪修者的心理狀態，發現靜修效果依然顯著。他們發現：從靜修與冥想得到的好處，可預知情緒健康的長期改善。¹⁹ 這項研究的對照組也是一群有經驗的禪修者，待在家裡等候去山上靜修這段時間，情緒健康則無顯著改善，直到參加靜修之後才有成效。

這些禪修者覺得自己的人生目標也變得很清晰。如果你有人生目標，每天早上起床，你都會有使命感，知道如何做決定和訂立計畫。威斯康辛大學神經科學家戴維森（Richard Davidson）在一項研究中，讓受試者看一些可怕的照片，這些照片會加強受試者聽到巨響的驚嚇反應。受試者受到驚嚇的眨眼反應，反映出大腦的自動防禦反應。人

生目標堅定者，因應壓力的韌力較強、壓力反應比較少，也能比較快從眨眼驚嚇反應中恢復。²⁰

人生目標堅定而明確的人，中風的風險較低，免疫細胞的功能也較好。²¹ 強烈的人生目標甚至能減少腹部脂肪，降低胰島素阻抗。²² 再者，為了達成更高的人生目標，我們就會更努力照顧自己。人生目標較高者，也比較有接受健康檢查的動力（如前列腺檢查或X光乳房攝影），早期發現疾病。萬一真的罹病，住院天數也比較短。²³

作家羅斯敦（Leo Rosten）曾言：「人生目標不是為了追求快樂，而是證明自己的重要性。要做一個有生產力、有用的人，在你有生之年，發揮影響力。」過得快樂和人生目標並非互相排斥，而是可以並存的。

人生目標能帶給我們幸福感。這是一種超越自我的快樂，這種快樂感也比較持久，不像吃東西或購物的快樂那樣短暫。如果我們能深刻感受到自己的價值與目標，就像人生有了穩固的基石，即使碰到天搖地動，也能安然度過。碰到困難的時候，我們的心靈可倚靠這樣的基石，甚至可自動抵禦威脅壓力。如果有堅定的人生目標，即使人生起伏不定，都能用比較宏大的眼光，來看人生的喜怒哀樂，進而了解苦難的意義。

人生目標和細胞老化有何關聯？夏倫抽取受試者的血液，在實驗室用離心方式取得白血球，妥善保存後，再交給我們的研究同仁林珏檢測禪修者的端粒酶活性。（那時，我們認為端粒酶的變化應該沒那麼快。因此，如果一項研究只追蹤受試者幾個月，我們就不測量。）賈克布斯（Tonya Jacobs）仔細分析端粒酶與受試者自述心理變化（如是否有人生目標）的關係，發現參加靜修的禪修者跟在家等候去靜修的人相比，端粒酶要多出30%。此外，禪修者人生目標的評量得分有進步者，端粒酶活性也比較大。²⁴

如果你對冥想感興趣，顯然可以透過這種方式來強化自己的人生目標。強化人生目標的做法很多，你要如何選擇，就看哪一種對你而言最有意義。

返老還童：樂齡族的志工體驗

想像你已退休多年，過著千篇一律的生活。但是有一天，有人問你是否願意擔任志工，在你居住的社區輔導問題兒童的課業？你會怎麼說呢？你已經很久沒工作了，更別提到公立學校輔導低收入家庭的小孩。如果要已退休的樂齡族投入學校輔導志工的行列，一週服務十五個小時，結果會如何？

志工體驗營（Experience Corps）是美國退休者協會推動的計畫，號召已退休人士到社區裡的公立小學，為出身低收入家庭的兒童提供教學、課後輔導、托育照顧等志願服務。這樣的工作很辛苦，也讓人覺得有壓力。一群老人學（gerontology）的研究人員，想要知道這樣的跨世代計畫，是否對退休志工和學童雙方都有幫助。

首先，我們先仔細看看受試者的壓力經驗。很多受試者都坦承覺得有壓力，但也有收穫。他們必須處理學童的問題行為，有時無法到校服務。他們發現孩子個人的問題令人頭疼，有些孩子的父母，親職能力不足，疏忽對孩子的照顧。這些志工有時也會和學校老師發生衝突。儘管多有壓力，他們還是覺得這樣的志工服務利多於弊，能從幫助孩子得到快樂，也樂見孩子進步以及發展出特別的技能。²⁵ 看來，這像是有益的壓力。

為了調查這項計畫對志工健康的影響，研究人員設計了一項控制實驗，從退休志工隨機選擇，使之加入實驗組，並成立一組對照組。研究人員發現，兩年後，志工覺得自己是對社會有用的人（從幫助別人得到成就感）。²⁶ 受試者的身體健康也有轉變：儘管對照組的腦部

體積（指大腦皮質與海馬）縮小了，實驗組志工的卻增加了，尤其是男性。這些男性志工服務兩年之後，從身體健康來看，反而年輕了三歲。他們的腦部功能變得更好——腦部體積愈大，記憶力愈強。²⁷

正如作家安娜絲·寧恩（Anaïs Nin）所言：「你的人生是廣闊，是狹窄，就看你有多少勇氣。」

用自我同情來療傷止痛

彈性思維的另一個技巧是「自我同情」。自我同情就是對自己好一點，知道你不是唯一受苦的人，而且有能力面對痛苦的感覺，不會沉浸在痛苦之中，到無可自拔的地步。你給自己溫暖和體諒，就像對朋友伸手援手，而非打擊自己。

如果你想衡量你的自我同情，請試著回答下列問題。這些問題源於聶夫（Kristin Neff）的自我同情量表²⁸：(1) 如果你的個性有你不喜歡的地方，你是否有耐心，而且能夠容忍？(2) 如果痛苦的事發生在你身上，你是否會用平衡的觀點來看這件事？(3) 你是否會提醒自己，不只是你，每一個人都有缺點？(4) 你是否能好好照顧自己，滿足自己所需？如果你的答案都是肯定的，那你就是能夠自我同情的人，或許碰到苦難，常常都可以在很短的時間內恢復。

現在，請再回答下列問題：(1) 碰到重大挫敗之時，你會自責嗎？(2) 你會不會一直覺得自己能力不足？(3) 你會以嚴厲的眼光看自己的缺點嗎？(4) 是否覺得孤立無援？

如果你的答案都是「會」，這代表你比較不能自我同情。自我同情是一種可以培養的技巧，可以幫助你生出韌力反應，以克服負面思想。（請參看本章的〈逆齡實驗室〉。）

很能自我同情的人，在被負面的思想和感覺淹沒時，他們的做法和一般人不同。他們不會批評自己的缺點，他們會冷靜觀察自己的負

面思想。這表示，他們不會刻意把負面的感覺推開，只是順其自然，旁觀這些感覺的出現與消失。這種態度對健康有正面效益。很能自我同情的人在面對壓力之時，壓力荷爾蒙濃度較低²⁹，也比較不會焦慮沮喪。³⁰

你也許對自我同情不以為然。有些人認為自我批判才是更誠實、更令人敬佩的做法。當然，正確評估自己的優缺點是對的，但這和嚴厲批判自己是兩回事。這也和實力不如人而埋怨自己不同。自我批判像是一把會傷害自己的刀，你不會因此變得更強或是更好。其實，自我批判和自憐自艾一樣令人痛苦，都沒有自我改進的功效。

有益端粒健康的人格特質

如憤世型敵意與悲觀這樣的人格特質，可能會傷害你的端粒，但是有一種人格特質是對端粒有益的，也就是：嚴謹自律。嚴謹自律的人做事有條理、不輕易放棄、以工作為本、努力不懈以達到長期目標——這樣的人，端粒通常比較長。³¹

在一項研究中，研究人員要求一群教師評估學生嚴謹自律的程度。十年後，嚴謹自律評定成績高者，端粒較長。³² 這個結果很重要，因為我們因而得知嚴謹自律的人格特質可用來預測長壽。³³

嚴謹自律者善於控制衝動，能抵抗立即報償的引誘（這種報償通常是危險的，例如揮霍金錢、開快車、暴食、酗酒等）。容易衝動的人，端粒通常比較短。³⁴ 兒時就能嚴謹自律，長大成人之後，通長比較長壽。有一項研究以健保病人為調查對象，發現嚴謹自律者與比較無法自律相比，壽命要長34%。³⁵ 也許這是因為嚴謹自律的人比較能控制衝動，生活習慣比較健康，而且能聽從醫囑。嚴謹自律者人際關係比較健康，工作環境比較理想，在人際關係與工作環境相輔相成之下，就有益於健康，使人過得更好。³⁶

自我同情則有自我改進之效，因為自我同情能培養內在力量，以因應人生的挫折。自我同情教我們鼓勵自己、支持自己，使我們變得有韌性。如果我們要依賴別人，才能覺得好過一點，那就危險了。因為我們會希望得到別人的鼓勵與認同，但是一想到他們不贊同自己，就會很痛苦；接著，我們就會自我批評。因此，要獲得安慰，切莫過

度依賴別人。自我同情不是脆弱，也不是懦弱，而是韌力的一部分，讓我們得以因應壓力。

以欣喜之心，迎接一天的開始

我們發現，早晨起床情緒良好的女性，CD8免疫細胞中的端粒酶較多，而這些女性清醒時的皮質醇濃度高峰，與懷抱恐懼或醒來情緒不佳的女性相比，比較沒那麼高。

我們不知道清醒時的情緒和皮質醇濃度是否有因果關係，不管如何，我們先來討論早上一睜開眼的感覺。這一刻是關鍵，可能影響一整天。我們還是先別想這一天會發生什麼，懷抱感恩的心開始一天的生活吧。在醒來之際，想到這天要做的事情之前，你可試著去想「好棒，我還活著！」用這樣的心情迎接新的一天。即使你不知道未來，也不能控制未來，你仍可把注意力放在全新的一天，感激生命中的一些小事。如達賴喇嘛所言，就讓我（伊麗莎）深受感動：「每天早上在你醒來的那一刻，你要想，我還活著，真是幸運。人類生命無比珍貴，我絕不能浪費生命。」當然，消極、厭世要來得容易。如果你這麼想，人生的損失就大了。

促進抗壓韌力的方法很多。科學界已針對一些比較正統的技巧進行研究，看是否有助於端粒健康的維護（端粒變長或端粒酶變多）。有些研究則是橫斷面研究，亦即在某一特定時間、對某一範圍內的人群，以個人為單位，來蒐集及描述人群的特徵與健康情況。結果發現禪修者³⁷ 或慈心禪修行者³⁸ 的端粒，就要比沒有冥想的人來得長。但我們不知這是否有第三因素（或稱干擾變項）的影響。畢竟禪修者有不同的價值觀，也有不同的行為表現。與非禪修者相比，禪修者吃的甘藍脆片可能比較多，比較少吃洋芋片。（譯注：慈心禪的「慈心」意指善念、慈愛、友善。慈心禪能使我們的感覺更敏銳，讓我們得以

快速檢視出憤怒的傾向，幫助我們趨向無嗔、容忍、善念、仁愛、忍耐和友好。)

最好的科學證據來自控制實驗，將受試者隨機分配到治療組或對照組。先前已經提到，在山中靜修三個月的成效。好消息是，更多的控制實驗顯示，你不必離開家，也可利用各種身心鍛練法，來改善端粒，如正念減壓法、瑜珈靜心、氣功、或生活型態的積極改變等。我們將在第二部結尾的〈逆齡的重要訣竅〉，描述這些研究。

端粒健康竅門

- 了解自己的思維習慣是身心安頓的第一步。
負面思想模式（敵意、悲觀、思想壓抑、反芻）都很常見，而且會為我們帶來不必要的痛苦。
幸好，這些不良的思維習慣都是可以改善的。
- 透過人生目標、樂觀向上、一次專注於一件事、正念和自我同情，都有助於矯正負想思想和過度壓力反應。
- 雖然負面思想會使人端粒變短，但可透過正念冥想等習慣來增加面對壓力的韌性，使端粒穩定或延長。

逆齡實驗室

自我同情，讓自己喘息一下

當你碰到困難或壓力的時候，可以自我同情，讓自己喘息一下。德州大學奧斯汀分校心理學家聶夫，曾經針對自我同情，進行廣泛的研究。根據聶夫的早期研究結果，練習自我同情可減少反芻和逃避，增加樂觀與正念。³⁹ 下面是修正後的做法：⁴⁰

說明：回想困擾你的一種情境，如疾病、人際關係出現衝突、或是工作上的難題。

一、請真實表達你的感受，像是：「我覺得好痛苦。」「我覺得壓力好大。」「現在，真的很艱難。」

二、承認痛苦的現實：「痛苦就是人生的一部分。」接著，請提醒自己，只要是人都會如此，且並非唯獨你一人會受苦。例如，說道：「我並不孤單。」「每個人都會有這種感覺。」「每個人都掙扎過。」「這就是人生的一部分。」

三、把你的手放在心上，或放在其他能讓你覺得舒服、獲得安慰的地方也可以，如肚子或是眼睛。深呼吸，對自己說：「希望我能對自己好一點。」

你也可以根據你的需要，對自己說出下面的話：

「我接受我自己。雖然我現在不盡理想，但已經有一些改善了。」

「希望我能學習接受原來的我。」

「希望我能原諒我自己。」

「希望我能變得堅強。」

「希望我能盡量對自己好一點。」

你這麼做的時候，頭幾次或許會覺得尷尬彆扭，可能你覺得痛苦只減輕了一點點。不管如何，請你繼續這麼做。如果你覺得痛苦，就承認這個事實，提醒你不是唯一受苦的人，把你的手放在心上，安撫自己。最後，你就很會同情自己，也能利用短短的空檔，增進你的彈性思維。

內心批判—過度熱心的助理

很多人都聽過這樣的話：小心內心批判的聲音。內心批判就是你的內心老是會出現一種聲音，說你的不是，像是你不夠好，每個人都在跟你作對，或是你想錯了。但內心批判根本只會幫倒忙。內心批判是你的一部分，你為之生氣，等於是對自己生氣。最後，你只會陷入負面思想模式，不可自拔，讓自己更加痛苦。

不要跟內心批判對立，或是想要趕走這樣的聲音，你要試著去接受。你可以用比較友善的態度，來看待內心批評。

臨床心理學家韋斯特羅普（Darrah Westrup）寫了多本有關接納與承諾心理療法（acceptance and commitment therapy, ACT）的書，教我們如何接納人生和自己的心。她建議把內心批判的聲音想成一個過度熱心的助理。這個助理沒有壞心眼，也不是冷酷的人，你不必把她炒魷魚、責罵她、或是把她趕到地下室的檔案室。她只是個年輕、熱情的助理，急於給你一些建議，以證明自己的價值。她的出發點是好的，只是她的建議不一定有用。

要這個熱心的助理住嘴，不再出點子，也不要評論你做的事，恐怕很難。反之，你該想想如何應付她。首先，你要了解，她說的不一定是「事實」。就這位過度熱心的助理，你只要微笑、點頭，告訴自己：「她又來了。她其實是好心，只是不知道自己在說什麼。」因此你不必跟內心批判的聲音過不去。只要順其自然，別太在意這個聲音跟你說的，就比較不會受到影響。

你的墓碑要刻什麼？

針對科羅拉多洛磯山禪修者的研究，發現了堅定的人生目標能使端粒酶增加。正念冥想等活動也能加強你對人生目標的信念。下面的練習也許會讓你有點毛骨悚然，但你應該很快就能抓到訣竅。

說明：請為你自己寫墓誌銘——這短短幾個字就是你希望留給後人的印象。如果你想不出來，可以問自己這麼一個問題：在這世上，你對什麼事最熱情？下面是我們聽過的例子：

- 盡責盡職的好父親、好丈夫
- 贊助藝術，不遺餘力
- 每一個人的朋友
- 未曾停下學習的腳步，永遠都在成長
- 啟發、激勵每一個人
- 此人一生散播最多的愛
- 我們的生計來自我們獲得的，
而我們的一生是如何，就看我們能給別人什麼。
- 不爬上山巔，就看不到遼闊的原野。

墓碑上能刻的字不多。這就是這個練習的目的：強迫你找出對自己而言，最重要的一、兩個原則。完成這個練習之後，你就可了解，為何我們一直為了不怎麼重要的事分心，現在該專注在最重要的事情上。有些人在做這個練習之初，本來覺得人生乏味無趣；等到寫出自己的墓誌銘後，就豁然開朗，知道如何為人生目標而活。

需要一點壓力嗎？是的，我們需要正面壓力！

你是否曾為了某件事緊張或興奮？說來，日常生活不是工作、就是吃喝拉撒睡，很少有新奇的事讓你得以培養解決問題的技能、社交能力或創造力。或許，我們能為生活增加一點挑戰性的壓力，活得生氣蓬勃。像填字遊戲這樣的益智活動，也許能使人心智機敏，⁴¹ 但對活力人生和人生目標則沒有多大幫助。或許你可以考慮跳脫日常生活

的框架，開始做一件新的事情——就像前述投入學校輔導志工行列的退休人士。這件事不但有意義、能帶給你成就感，更重要的是，還能抗老化。正面壓力甚至能改善大腦功能，讓人愈活腦袋愈靈光。

為了追求新的夢想，你也許必須離開舒適圈。新的情況可能讓你焦慮不安，但如果逃避，就會錯失成長的機會。若是你一直想做某一件事，但又害怕去做，你在做這件事的時候就會感受到正面壓力。

說明：如果你願意面對正面壓力，請閉上眼睛，專心想你最想做的一件事。這件事最好是可行的、很刺激，就像迷你冒險。然後，往這個目標前進一小步，也就是你今天即可完成的事。你要肯定自己的價值，重新評估自己，提醒自己，有挑戰性的壓力是好的壓力！

自我評量

你的個性如何影響你的壓力反應？

有些人格特質會引發較大的壓力反應。你可利用下面的評量，了解在壓力之下，你的個性會對你的心理反應產生什麼樣的影響。不管你的個性如何，接受這樣的個性，為你自己的個性感到驕傲吧。

個性是人生的調味料，了解自己的個性就能獲得很大的力量。個性沒有好壞可言，重點是你是否了解自己的個性和傾向，不必設法改變個性。所謂，江山易改，本性難移，個性是穩定的，不是可輕易改變的。個性是先天遺傳和後天的生活經驗塑造出來的。你愈了解自己的傾向，就愈知道自己面對壓力的自然反應，也就愈能適應。這對於端粒健康是有益的。

有些雜誌和書籍上的個性評量很有趣，但不是專業心理評量，可能會有錯誤。下面的個性評量是在心理學研究中實際使用的，本書已獲得使用授權。（有關敵意的評量部分則是例外，因為相關問題尚未開放供公眾利用。因此，我們盡可能設計出最好的問題，讓你得以評估自己的憤世型敵意。）這些是已經驗證過的評量，具有相當的可靠性，可真正用來評估人格特質。（請注意：這裡的評量是比較簡短的版本，愈長的版本，提問的問題愈多，就愈可靠。）

說明：請就每一個問題，圈出最符合你本身情況的描述。在你進行評量時，請注意問題所描述的字句，而非數字。答案沒有正確和錯誤之分，請盡可能誠實回答。

你的思想模式為何？

你有多悲觀？

1. 事情會如何發展，幾乎不會照我期望的。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
2. 好事幾乎不會發生在我身上。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
3. 如果我可能出什麼差錯，這種糟糕的事必然會發生。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
得分					

現在請把圈選答案上的數字加起來。

- 得分在0到3分之間，你是悲觀傾向較低者。
- 得分在4到5分之間，你是悲觀傾向適中者。
- 得分在6分或更高，你是悲觀傾向較高者。

你有多樂觀？

1. 儘管情況不明，我還是期望最好的結果。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
2. 我對未來感到樂觀。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
3. 整體而言，我期待發生在我身上的好事比壞事來得多。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
得分					

現在請把圈選答案上的數字加起來。

- 得分在0到7分之間，你是樂觀傾向較低者。

- 得分為8分，你是樂觀傾向適中者。
- 得分在9分或更高，你是樂觀傾向較高者。

你的憤世型敵意有多少？

1. 通常我會比別人知道的要來得多，所以不必聽別人的。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
2. 大多數的人都不可信賴。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
3. 我很容易被別人的習慣激怒。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
4. 我很容易生別人的氣。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
5. 我會對無禮或討厭的人很兇。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
得分					

現在請把圈選答案上的數字加起來。

- 得分在0到7分之間，你是憤世型敵意較低者。
- 得分為8到17分之間，你是憤世型敵意適中者。
- 得分為18分或更高，你是憤世型敵意較高者。

你多會反芻？

1. 我希望自己不要想自己不好的地方，但還是一直想。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
2. 有時候，我就是忍不住會去想關於自己的事。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
3. 儘管事情已經過了很久，我還是會一直想。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
4. 我不會浪費時間一直想已經過去的事。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
5. 我不會反芻、或是一直想有關自己的事。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
6. 有些討厭的念頭一直在我腦中打轉，很難去除。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
7. 過去有些事我不該掛心，但我還是會常常想。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
8. 我會花很多時間回想讓我尷尬或失望的事。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
得分					

現在請把圈選答案上的數字加起來

（請特別注意第4題和第5題的分數是從低到高，和其他題目相反）。

- 得分在0到24分之間，你是反芻傾向較低者。
- 得分為25到29分之間，你是反芻傾向適中者。
- 得分為30分或更高，你是反芻傾向較高者。

你的嚴謹自律程度如何？

1. 總是想辦法從頭到尾，把工作做好。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
2. 有時，會有點粗心。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
3. 我做事能讓別人信賴。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
4. 常會把事情做得亂七八糟。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
5. 有懶惰的習慣。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
6. 在工作完成之前，總是會堅持到底。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
7. 做事有效率。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
8. 會擬定計畫，而且依照計畫把事情做好。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
9. 容易分心。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
得分					

現在請把圈選答案上的數字加起來

（請特別注意第2、4、5、9題的分數是從低到高，和其他題目相反）。

- 得分在0到28分之間，你嚴謹自律的程度較低。
- 得分為29到34分之間，你嚴謹自律的程度適中。
- 得分為35分或更高，你嚴謹自律的程度較高。

你是否有堅定的人生目標？

1. 我沒有什麼人生目標。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
2. 對我來說，我做的一切都是值得的。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
3. 我做的事大都是瑣碎、不重要的事。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
4. 我重視我做的事。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
5. 我不怎麼在乎我做的事。	0 非常同意	1 同意	2 沒意見	3 不同意	4 非常不同意
6. 有很多原因要我好好活著。	4 非常同意	3 同意	2 沒意見	1 不同意	0 非常不同意
得分					

現在請把圈選答案上的數字加起來

（請特別注意第1、3、5題的分數是從低到高，和其他題目相反）。

- 得分在0到16分之間，你對人生目標比較無感。
- 得分為17到20分之間，你是適中者。
- 得分為21分或更高，你有堅定的人生目標。

自我評量的分數與解讀

這份評量只是為了讓你注意自己的個性風格，不是診斷，希望不至於讓你覺得不舒服。覺察自己的個性傾向，知道自己為何容易出現

壓力反應（端粒也會連帶受到影響）是很重要的！

自我覺察可讓我們注意到自己有哪些不健康的思想模式，以及該如何因應，也可幫助我們了解並接受自己的個性傾向。正如亞斯里多德所言：「了解自己，是所有智慧的開端。」

使人容易受到壓力影響的人格特質

悲觀	<input type="radio"/> 高	<input type="radio"/> 中	<input type="radio"/> 低
憤世型敵意	<input type="radio"/> 高	<input type="radio"/> 中	<input type="radio"/> 低
反芻	<input type="radio"/> 高	<input type="radio"/> 中	<input type="radio"/> 低

在壓力之下，能提升韌力的人格特質

樂觀	<input type="radio"/> 高	<input type="radio"/> 中	<input type="radio"/> 低
嚴謹自律	<input type="radio"/> 高	<input type="radio"/> 中	<input type="radio"/> 低
人生目標	<input type="radio"/> 高	<input type="radio"/> 中	<input type="radio"/> 低

評量分數的高低是怎麼決定的？

一般而言，我們從所有參加評量的人當中，蒐集大量具有代表性的樣本，經過研究後，把分數分為高、中、低三個類別。我們依據分數把所有的人分為三類。如果你的分數在前三分之一（33%），你的得分就算高。如果你的分數在後三分之一（33%），你的得分則算低。如果你的得分在中間，就被歸為「適中」。

至於切分點只是一個參考值，不是絕對的。首先，樣本數目很龐大，任何一個樣本都不能代表每一個人。此外，得分高低還有其他影響因子，如種族、族群、性別、文化，甚至年齡也有影響，這些都無

法納入考量。其次，我們假定每一種評量的分數在統計學上來看，都有「常態分布」的現象，也就是說，得分高的人數和得分低的人數差不多，呈對稱分布。因此，我們的切分點在統計學上來看並不是完美的，套用在個人身上也不盡正確。

附加說明：本評量的個性類型與量尺

樂觀／悲觀

樂觀是預期好事會發生，或預期有好的結果。樂觀對未來具有強烈的希望，肯定未來是好的。悲觀則是預期壞事或壞的結果會發生。悲觀對未來不抱有希望，而且不看好未來。

關於樂觀和悲觀個性的評量，我們用的是卡佛（Charles Carver）與塞爾（Michael Scheier）教授發展出來的生活取向量表修正版（Life Orientation Test—Revised, LOT-R）。¹ 樂觀與悲觀有很強的關聯性，但並未完全重疊，也就是說這兩種個性有所不同，必須分別研究。²

有兩項研究評估這兩種個性與端粒長度的關係，結果發現悲觀會影響端粒長度，樂觀則否。³ 這並不是指樂觀對健康來說不重要。樂觀絕對是重要的，特別是對心理健康而言。這是因為與壓力有關的健康結果，負面特質比正面特質是更強的預測因子，而且負面特質與壓力心理學有比較直接的關聯。正面特質能幫你抵禦壓力，但和正面修復心理學的關聯較薄弱。

至於評分，我們採用的是某項研究中使用的LOT-R次量表——在該項研究中參與測驗者多達二千多人，包括不同年齡、性別、種族、族群、教育程度和社經地位的人。⁴

憤世型敵意

憤世型敵意的表現層面涉及認知、情緒和行為。⁵ 認知的部分或許是憤世型敵意當中最重要，主要是對他人的負面態度，加上憤世嫉俗和不信任。憤世型敵意的情緒表現則包括惱怒、憤怒和大怒。行為的部分則是常以言語或肢體動作傷害別人。

由於敵意量表尚未公開供大眾使用，因此敵意的評量表是我們自己編寫的，應大致符合標準化的研究量表，例如最常用的庫美敵意量表（Cook-Medley Hostility Questionnaire）。此敵意量表是明尼蘇達多項人格問卷（Minnesota Multiphasic Personality Inventory, MMPI）的一部分。我們設定的切分點則是參考懷特霍爾研究（Whitehall study）中，一項男性研究的平均分數。此研究使用的是庫美敵意量表縮簡版。研究人員發現，男性的高度敵意和端粒縮短有關。⁶

反芻

反芻意指「在察覺受到威脅、失落、或受到不公平的待遇之下，把注意力放在自我上」。⁷ 換言之，反芻就是花很多時間沉浸在過去的負面事件上，而且不斷思索自己在這事件扮演的角色。

這部分的評量共有八題，我們使用的是崔普聶爾（Paul Trapnell）教授的反芻－反思量表（Rumination-Reflection Questionnaire）。⁸ 至於分數的切分點，我們使用的是八題版本每一題的平均值。⁹ 雖然尚無研究證實反芻與端粒長度有關，但我們認為：反芻是壓力過程很重要的一部分。即使事件已經過去，因為反芻，壓力仍會持續影響身心。在我們的照護者研究每日紀事當中，我們發現每日反芻和端粒酶低下有關聯。

嚴謹自律

嚴謹自律是衡量一個人做事是否有條理、在某些狀況之下有多謹慎，以及是否有紀律。

這部分的量表，我們使用的是約翰（Oliver John）和史瑞瓦斯塔瓦（Sanjay Srivastava）這兩位教授編寫的「人格五大特質量表」

（Big Five Inventory）。¹⁰ 有一項研究採用這份量表，發現嚴謹自律程度愈高者，端粒愈長。¹¹ 至於分數，我們使用的是一項跨年齡層大規模研究的平均值。¹²

人生目標

人生目標並不是一種典型的人格特質，而是我們意識到自己的的人生是否有明確的目的或目標。人生目標可能因為生活經驗和個人成長歷程不同，而有改變。在人生目標方面得分高的人，通常能強烈感知生命的意義，積極投入自己認為有價值的事，以賦予生命意義為著眼點。¹³

有關人生目標，我們採用的是塞爾教授及其同事編寫的六題生活投入測驗（Life Engagement Test）。¹⁴ 至於分數，則是參考一項受試者多達五百四十五人的標準數據（該測驗最高為3分，最低則為0分）。¹⁵ 目前沒有任何研究證實人生目標與端粒長度有關。然而在一項靜修冥想研究中，研究人員發現人生目標愈清晰堅定者，端粒酶愈高。正如前一章所述，人生目標堅定者較有更好的健康習慣，抗壓性也比較強。

第6章

讓憂鬱和焦慮不上身

憂鬱症和焦慮症與短端粒有關——病症愈嚴重，端粒就愈短。這種極端的情緒狀態會影響細胞老化機制，包括：端粒、粒線體和發炎。

大衛感冒了。這幾天一直打噴嚏、咳嗽、鼻塞，接著突然呼吸困難。起先，他深呼吸時覺得不舒服，之後愈來愈難受。大衛想：「我一定是過度換氣。」於是他拿了個紙袋罩住口鼻呼吸。但他還是有喘不過來的感覺，就打電話向他太太求救。他太太只好離開公司，開車到街角載他到急診處就醫。他一走到外頭，儘管還是白天，卻覺得天昏地暗，視線似乎被陰影籠罩。他起了雞皮疙瘩，同時又出現過度換氣的問題。到了急診處，護理師必須先給他吃下一點鎮定劑，好讓他能平靜下來，描述症狀。

醫師診斷他是恐慌症發作，因而感到極度恐懼與焦慮。大衛多年來一直為憂鬱症所苦，這次恐慌症發作，恐怕是從憂鬱症發展而來。他在憂鬱的時候常陷入絕望，覺得沒有未來，不管做什麼，比如打個蛋做歐姆蛋早餐、或是從臥室的窗戶看外面，都覺得很費力，提不起勁，甚至連身體都難受。他說：「我眯著眼，就像強風迎面吹來。」

現在仍有很多人不知道，憂鬱症和焦慮症影響身心的層面有多麼深廣，並不把這種病症當一回事。我們可用全球統計數字來看問題：全世界工作人口因失能而無法工作的首要因素，就是精神疾病，其次則是菸、酒、毒品成癮。精神疾病當中，最常見的就是憂鬱症，有如精神病症當中的「一般感冒」。¹ 患有憂鬱症和焦慮症的人，會較早且較快得到心臟病、高血壓或糖尿病。憂鬱症和焦慮症絕非單純只是

病人「想太多」。研究顯示，這種病症影響所及，不只是你的心靈和靈魂，也會使心臟受到波及，甚至連細胞都會遭殃。

焦慮、憂鬱與端粒長度的關聯

焦慮是對未來過度恐懼或擔心，不一定像大衛恐慌症發作那樣戲劇化，而是一直有種微微的不安。我們認識的一位女士說道：「我站在我家車道旁邊，等兒子晚上練完曲棍球回家。我有點發抖，心臟狂跳。起先，我以為我只是擔心兒子是不是安全到家。後來，我發覺自己常常這樣。最後我問自己：『這樣正常嗎？』」答案是：不正常。在下一個星期，醫師診斷她得了廣泛性焦慮症。

最近焦慮成了端粒研究的主題。焦慮症病人通常端粒明顯比一般人來得短。罹患焦慮症的時間愈長，端粒就愈短。如果病人能擺脫焦慮的糾纏，覺得好多了，端粒長度就會恢復正常。² 因此，焦慮症的辨別與治療非常重要。但是，有時焦慮症還是難以發現。正如我們的朋友說的，你一旦習慣了，焦慮似乎很平常，平常得就像你呼吸的空氣。

憂鬱與端粒的關聯則有較多的研究文獻證實。或許這是因為憂鬱症很普遍：全世界得憂鬱症的人已多達三億五千萬人以上。

蔡娜（Na Cai）及研究同仁（劍橋大學及臺灣長庚大學）進行了一項大規模的研究，受試者為中國婦女，多達一萬二千人。這個研究團隊發現：罹患憂鬱症的女性，端粒較短。³ 患憂鬱症和得焦慮症的病人一樣，罹病時間愈長、病情愈嚴重者，端粒愈短。⁴（請參看下图。）

有些研究顯示，端粒變短可能直接造成憂鬱症。憂鬱症病人海馬細胞中的端粒較短（海馬異常在憂鬱症占有重要地位）。⁵ 病人腦部其他部位的端粒則未變短。研究人員以小鼠做實驗，發現小鼠在壓力

之下，其海馬的端粒酶較少，腦部細胞生長的狀況（神經再生）也比較差，這些小鼠也比較容易出現憂鬱症的症狀。⁶ 但是，如果這些小鼠的端粒酶增加，神經再生的情況就會變好，就不會憂鬱。腦部細胞的老化也許是憂鬱症的一個原因。

比較奇特的一個現象是：憂鬱症病人端粒較短，但其免疫細胞的端粒酶卻較多。為什麼會如此？何以憂鬱症使端粒變短，卻使端粒酶變多？這種矛盾的組合也出現在其他情況，例如在巨大壓力之下求生存的人、連中學都沒畢業的人、憤世嫉俗且對他人充滿敵意者、以及冠狀動脈心臟病的高風險群。我們認為在這些情況之下，細胞會產生較多的端粒酶，以因應端粒變短，只是端粒酶沒能發揮效能，無法彌補端粒的耗損。

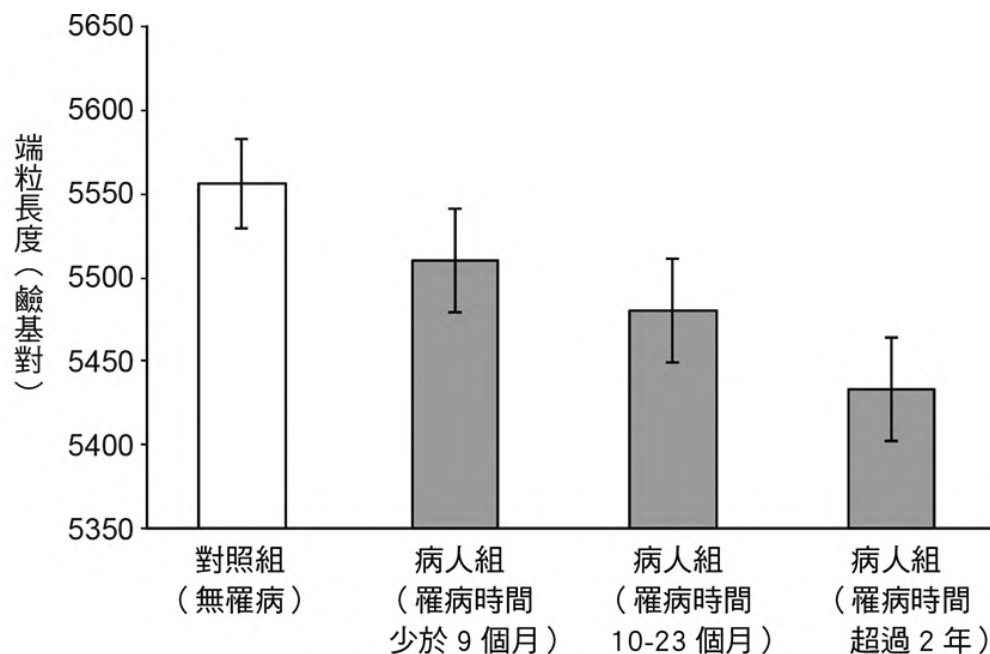


圖16 憂鬱症罹病時間長短是重要關鍵

荷蘭憂鬱症與焦慮症研究，追蹤調查了幾乎多達三千人，包括罹病者與未罹病的對照組。研究人員佛賀文 (Josine Verhoeven) 和潘寧克斯 (Brenda Penninx) 發現，罹患憂鬱症少於九個月的人，端粒並沒有明顯比對照組來得短，但是罹病超過十個月者，端粒則明顯變短。

已經有更多研究結果支持這樣的看法。我們的研究同仁沃克維茲（Owen Wolkowitz）是加州大學舊金山分校的精神科醫師，一直在研究如何利用端粒酶對付憂鬱症。他發現，病人接受抗憂鬱劑（一種選擇性血清素再回收抑制劑，即SSRI），端粒酶會上升，而端粒酶上升幅度愈大，就愈可能擺脫憂鬱症。⁷ 免疫細胞企圖利用更多端粒酶來彌補端粒變短，腦部神經元也在做同樣的努力。如果端粒酶能發揮效能，使端粒變長，就能促成神經再生，使腦部得以生成更多新細胞。

創傷、憂鬱與壓力作用的反轉

根據一項統合分析，大多數的精神疾病都和端粒變短有關。⁸ 部分原因可能是潛在的壓力，導致疾病初次發作或使人罹病。有關壓力的神經研究，最令人振奮的消息就是：腦部可塑性很大，特別是擁有反轉壓力作用的能力。我們可以利用抗憂鬱劑以及運動等健康習慣，來克服嚴重壓力帶來的影響。端粒的回復也顯示其可塑性。例如，在人類和小鼠的實驗中，端粒因為壓力事件而變短，但端粒大抵能夠自我修復。⁹ 荷蘭憂鬱症與焦慮症研究的研究人員佛賀文發現：近五年的重大壓力事件與端粒變短有關，但是如果是發生在五年前或是更久以前的事件，則已和端粒變短無關。¹⁰

同樣的，如果一個人現在罹患焦慮症，那端粒可能因此變短；但如果很久以前得病的，現在已經好了，端粒可能已恢復正常。有一項研究指出，如果焦慮症已經痊癒，端粒就可以恢復。痊癒的時間愈久，端粒就會變得愈長。¹¹ 反之，憂鬱症的影響就比較大，過去曾得憂鬱症，端粒長度可能還是很短，無法恢復。¹²

蔡娜針對中國婦女的大規模研究，發現過去曾受過創傷的人，端粒仍可回復——除非後來出現嚴重憂鬱症。受過創傷，之後又罹患憂鬱症，則端粒長度依然很短。似乎創傷加上憂鬱症是無可承受之重。

好消息是，即使端粒有過去創傷留下的疤痕加上憂鬱症，仍可保持穩定，且也有可能透過一些做法來增加端粒酶，使端粒變長。

在細胞內部，粒線體則是壓力傷害的另一個重要目標。但粒線體是否能復原？粒線體變少是老化的關鍵因素之一，不過直到最近，研究人員才開始探討粒線體與心理健康的關係。

粒線體是細胞的能量工廠。粒線體需要食物分子做為燃料，處理過後，成為富含營養的分子，就能供給細胞能量。有些細胞僅具有一個或兩個粒線體，例如神經細胞；其他細胞則需要更多的粒線體，才能滿足能量需求，例如肌肉細胞一般約有數千個粒線體。如果你的身體處於某些壓力之下（像是患有糖尿病或心臟病），粒線體可能出現功能障礙，細胞就無法獲得足夠的能量，進一步可能使大腦功能受到影響，因為神經元得不到足夠的能量，因此無法觸發。你的肌肉也會變得虛弱。肝臟、心臟和腎臟這些需要消耗大量能量的器官，也都會很辛苦。要判斷細胞是否受到很大的壓力，一個方法就是計算粒線體DNA的拷貝數目，就知道身體如何努力製造更多的粒線體，以補充疲勞、受損的粒線體。根據蔡娜等人的研究，似乎兒時受到較多的苦難或陷入憂鬱，端粒會變得比較短，粒線體DNA拷貝數目也增加了。

如果你虐待小鼠（像是拎著牠們的尾巴或把牠們丟進水中，強迫牠們游泳），小鼠自然而然會感受到很大的壓力。牠們就像人類，在壓力之下，粒線體DNA的數目會激增。但牠們的粒線體似乎有問題，不能發揮效能。牠們的細胞拚命要增加能量的供應，效果卻很有限。你可以想像，這些活在巨大壓力下的小鼠，擁有非常多的粒線體DNA拷貝，能提供的能量卻差強人意。此外，牠們的端粒也縮短了30%。但如果讓這些小鼠去除壓力，給牠們一個月的時間恢復，牠們的端粒和粒線體DNA又恢復正常了，而且沒有快速老化的徵象。¹³

經驗會塑造生命，甚至重塑生命。細胞也會自我更新。在小鼠的生命中，短暫的傷痛大抵可以撫平。所幸，人類似乎也是如此。

如何保護自己，讓憂鬱和焦慮不上身？

心理健康不是奢侈品。如果你想保護你的端粒，你就得好好保護自己，使自己免於陷入憂鬱或焦慮。儘管罹患憂鬱症或焦慮症，部分是受基因影響，但這不非意味你無能為力。

憂鬱症是一種複雜的疾病，這個病症存在於你的情緒、你的思想和你的身體之中。本書無法盡述憂鬱症（或焦慮症）的一切，但我們要強調一點：憂鬱症部分是因為對壓力的反應失調造成的。針對這點來治療，已有一些成功的佳績。除了感覺到有壓力，憂鬱症病人常用先前我們提過的負面思想模式來因應，傾向壓抑不舒服的感覺，而無法深刻去感覺，或是一再反芻，讓問題一直在腦海中打轉。他們會自我批判、易怒，不只是對憂傷和壓力的源頭生氣，也對自己會出現悲傷和壓力的感覺氣惱。

正如前文所言，這是對壓力的反應失調。經過一段時間之後，這種循環會使人深陷於過去的壓力和沮喪之中。負面思想就像是微量毒素——如果暴露劑量低，那就不會造成什麼傷害，但如暴露劑量高，就會毒害你的心靈。出現負面思想並不是代表你真的沒用、或是你是個失敗者。這種思想只是憂鬱的本質。

這種有害的心理反應也是焦慮的一部分。想像你人在雞尾酒會，不小心喊錯了女主人的名字。她嚇了一跳，隨即擠出僵硬的笑容糾正你。這下子，你真的尷尬到想鑽到地底下。犯這樣的錯，誰不會尷尬呢？然而對大多數人來說，這只是小小的錯誤。我們或許有點臉紅，跟女主人道個歉就沒事了。但是有些人焦慮敏感度比較高，即使碰到同樣的事件，他們的身體會出現過度的身體反應，例如心臟狂跳、頭昏眼花，甚至心想自己是不是心臟病發作了。焦慮敏感度高的人自然而然會想：「噢，真糟。從現在開始，我不參加派對了。」

因為焦慮而逃避，只會更加焦慮。你逃避你想要的事或必須做的事，但你不知道不安是可能忍受的。從心理學來看，你若逃避，就永遠不會習慣壓力情境。你的生活圈會變得愈來愈小，壓力有增無減。焦慮開始變成一種病症，干擾你的生活。正如憂鬱是對悲傷的耐受力低，焦慮則是無法忍受焦躁不安之感。這就是為何焦慮症的治療通常會先讓病人進入最容易引發焦慮的情境，或是讓他們出現最容易觸發焦慮的感覺，然後讓他們了解自己可以存活下來，不會在焦慮的浪潮中滅頂。

如果壓力加上逃避式的因應方式，就可能同時引發焦慮和憂鬱。如果你能了解心靈是怎麼運作的，為何會落入思想的陷阱，就有希望克服這些精神病症。如果你發覺，痛苦的感覺和念頭不能讓你好好過日子，你就得設法保護你的端粒，並尋求協助。不要像數百萬未接受治療的病人，一直活在痛苦中。因應的技能需要一段時間來培養，才能成為習慣，因此給你自已學習的時間，讓治療師助你一臂之力，千萬不要放棄。

重要的是，你要把心念放在哪裡？

如果你沒什麼問題，只是思想像脫韁的野馬，不受控制呢？如果我們覺得悲傷，自然而然會想跳脫這種情緒。我們發現，自己實際的感覺和想要的感覺有落差。於是我們活在這樣的落差中，希望事情能有所改變，拚命想要找出解脫之道。

所謂的正念認知療法（mindfulness-based cognitive therapy, MBCT）就是要幫助人從這種落差中跳脫出來。這種治療方式結合傳統的認知療法加上正念訓練。認知療法可幫你改變扭曲的思想，而正念訓練，正如前面所述，可幫你改變你和思想的關係。正念認知療法可幫助你抵禦端粒最大的威脅，也就是重度憂鬱症。研究結果證實，

這種療法和抗憂鬱劑一樣有效。¹⁴ 憂鬱症最可怕的一點就是，這是慢性病症，會不斷折磨人。80%以上的憂鬱症病人都有復發的經驗。前劍橋大學教授堤斯戴爾（John Teasdale）、多倫多大學士嘉堡分校（UTSC）的席格爾（Zindel Segal）和牛津大學的威廉斯（Mark Williams）發現，憂鬱症的病人會復發三次以上，但正念認知療法可使復發的次數減半。¹⁵ 研究人員也發現，這種療法也可幫助焦慮症的病人。其實，對於任何陷入思想或情緒瓶頸的人來說，這種療法都有幫助。

正念認知療法告訴我們，思考有兩種基本模式。一種是「行動模式」，也就是我們的現況與我們想要的目標有落差，為了達到目標，我們會擬定行動方案來執行。除了行動模式，另一種思考模式是「當下模式」。在當下模式中，你可輕易操控你的心念。你不再瘋狂追求改變，你可選擇做一些小事，好讓自己得到愉悅，讓自己擁有操之在我的感覺。當下模式使你更關心別人，讓你能與他人的連結更加緊密——這種做法能使人得到最大的喜悅與滿足。

你是否有過這樣的經驗：只是專心做一件小事（例如把一個亂七八糟的抽屜整理好），卻從中得到很大的滿足？這就是你在當下模式的感覺。

很多人都有情緒困擾，甚至深陷於憂鬱或恐慌之中；即使你自己沒有這樣的問題，也可能認識這樣的人。重點是，儘管碰到逆境，或是憂鬱成疾，我們的端粒還是可以恢復。你也可以想辦法保護你的端粒，然後繼續向前行。你可以強化你的資源，以面對下一次的挑戰。你可以利用彈性思維，使身心平靜下來，譬如覺察自己的壓力反應模式和思想習慣。你也可以採行本章〈逆齡實驗室〉建議的「三分鐘呼吸練習法」或「靜心冥想法」。

行動模式 vs. 當下模式

	行動模式 (慣性的自動導航模式)	當下模式
你的心念在哪裡？	不會注意自己正在做什麼	把心念放在當下
你活在哪個時間軸？	過去或未來	現在
你在想什麼？	沉浸在許多有壓力的念頭 希望自己身在別處， 而不是現在這個地方。 對現狀不滿足。	沉浸在此時此刻的經驗 當中 深刻體驗每一種感覺 包括味覺、嗅覺、 觸覺等等。 與人建立良好關係。
後設認知的層次 (對認知過程的認知)	相信所有的念頭都是真的 無法覺察心靈的運作。 情緒被思想控制。	不一定相信所有的念頭 了解思想的本質是短暫 的，且能靜觀來來去去 的思想。 能容忍討厭的事。

逆境的考驗會在我們的端粒留下疤痕；但這疤痕也是智慧與成長的標記。困苦會讓我們變得更明智、更強壯。我個人（伊麗莎）最偏好的一種量表，就是衡量一個人如何從創傷中成長（人際關係變得更緊密、覺得自己更獨立、信仰變得更堅定、或是更注重性靈）。我們第一次針對照護者進行研究時，就是使用這種量表。起初，我們很疑惑，為何這些照護者的端粒變短，心理韌性卻能變得更強？仔細研究之後，我們發現這是努力的歷程使然。照護最久的人雖然端粒損傷最嚴重，但這些照護者的生命也變得更豐富。¹⁷ 正如研究悲傷與哀悼的瑞士心理學家庫伯勒羅絲（Elisabeth Kübler-Ross）所言：「最美的人是曾挫敗、苦過、掙扎過、也失落過，但已從深淵爬出來的人。他們懂得感恩，很敏感，心中充滿同情、溫柔和深切的關愛——他們了解這些都來自人生。他們的美不是憑空得到的。」

端粒健康竅門

- 壓力過大、憂鬱症與焦慮症，都和端粒較短有關。
罹病時間愈長，端粒就愈短。
幸好，就大多數的情況而言，經過一段時間之後，
個人病史對端粒的影響可被消除。
例如，重大事件過了五年之後，就不再有影響力。
- 粒線體的功能也會受到嚴重壓力和憂鬱症的衝擊，
但時間久了之後，還是可以復原。
至少從小鼠實驗看來是如此。
- 導致憂鬱症與焦慮症的認知機制，包括誇張的負面思想
——無法忍受負面情緒以及過度逃避，
而逃避通常沒有什麼幫助。
憂鬱症的一個特徵就是困在「行動模式」的心態，
包括反芻，因而導致惡性循環。
- 以正念為基礎的介入做法，
可幫助我們從過度的行動模式，轉移到當下模式，
並減少反芻。
請參看本章〈逆齡實驗室〉中的「三分鐘呼吸練習法」。

逆齡實驗室

三分鐘呼吸練習法

正念認知療法的先驅堤斯戴爾、席格爾和威廉斯，研究發展了一些訓練計畫，讓人得以轉換到當下模式。如果你要充分學習正念認知療法，最好和治療師合作。然而，你也可透過正念認知療法的核心練習，獲得很大的好處，也就是在三分鐘當中，一邊呼吸，一邊做知覺練習。¹⁸ 你或許會感知到，某件讓你覺得痛苦的事。請你把這樣的念頭加上標記，讓這些念頭停留在你心中。你知道這只是暫時的，時間到了，念頭就會自然消失。任何一種情緒，即使是讓人非常難受的，從生成到消失，最多也只有九十秒——除非你一直沉浸於其中。這種呼吸練習就是設法讓負面情緒在九十秒內，能自然消失。

你可以把這種練習變成習慣，幫助你在任何時刻定下心來，而不只是在碰到困難的時候。你可把這個練習想像成沙漏——不管你內心浮現什麼想法，都順其自然，別去壓抑，然後專注在呼吸，接著把你的知覺擴展到你周圍的一切。下面就是我們修訂之後的練習法版本：

一、注意你的知覺：請坐正，閉上眼睛，然後深呼吸。長長的吸一口氣，然後吐氣。接著問自己這幾個問題：「此刻，我經驗到什麼？我在想什麼呢？心情如何？身體的感覺呢？」然後等候自己的回應。你必須承認自己的經驗，標注現在的感受，就算是令人討厭的感覺，也要誠實面對。注意自己是否排斥任何經驗，想把這樣的經驗趕走。如果有，請設法包容，讓這一刻的經驗與感覺停駐在心中。

二、把所有的注意力集中在呼吸上：深呼吸，注意每一次的吸氣與呼氣。把心思放在一次次的呼吸上。在這個時間點，讓你的呼吸變成固定思緒的錨。接著，潛入到思想底下，進入寂靜虛空之境。如此一來，你就能從當下模式（而非行動模式）重新出發。

三、擴大你的知覺：感受到你的知覺不斷擴大，涵蓋你的呼吸、你的全身。注意你的姿勢、你的手、你的腳趾、你的臉部肌肉。緩和任何緊張感覺，與所有的感覺和平共處，歡迎這些感覺的來到。將擴大的知覺與你的整體相連，包含此刻關於你的一切。¹⁸

這種呼吸練習能讓你的身體平靜下來，使你得以控制自己的壓力反應。也可把你的思想，從自我聚焦和行動模式，轉移到平靜的當下模式。

靜心冥想法：釋放心靈壓力，釋放你的血壓

呼吸是透視身心的一扇窗，我們也能藉由呼吸來調節身心。呼吸就像一個重要開關，會影響大腦與身體之間的溝通。有時，利用呼吸的改變來放鬆，要比改變念頭來得容易。

我們吸氣時，心律會上升，而吐氣時，心律會下降。如果拉長吐氣的時間，就能降低心律，刺激迷走神經。把氣吸到下腹部（腹部呼吸）可以刺激迷走神經直通大腦的感覺傳遞路徑，平靜、放鬆的效果會更好。研究迷走神經的專家波吉斯（Stephen Porges）告訴我們，迷走神經、呼吸和安全感之間，有很強的關聯。很多身心訓練技巧都會藉由迷走神經的刺激，把重要的安全訊號傳到大腦。

緩慢呼吸的練習，譬如在靜坐時，持續默想梵咒或是有節奏性的呼吸，都能有效降低血壓。¹⁹ 因為這樣的呼吸可減少你身體的需求，增強迷走神經的活動，壓抑交感神經系統，進而使你的心律變慢。迷走神經也能促進成長和修復。

對某些人來說，把焦點放在心上，比放在呼吸上，更能放鬆、覺得平靜，也能降低心律。心臟是個複雜的神經反應系統，因此有人稱之為「心腦」。我們將在下面提供一個簡單的以心為焦點的冥想法。這種冥想法也採用慈心禪的一些話語來引導。雖然尚無研究人員著手研究這種冥想法對端粒的影響，但正如前述，呼吸就是放鬆的基礎。

如果你願意，可以試試看。

以心為焦點的冥想法

用舒服的姿勢坐著。

慢慢深呼吸，吐氣要比吸氣來得長。

繼續吸氣、吐氣，不斷想著一個讓你覺得平靜的字，或是在每次吐氣時，想著一個美麗的景象。

注意呼吸之間的停頓。

接著，注意自己在想什麼：「我在想什麼？」

微笑看著這些思想通過心頭，然後回到吐氣想的那個字或景象。

把你的手（手掌或手指）放在心上。

在吐氣時，發出「啊」的聲音。

把你心頭上的負擔釋放出去，讓這負擔離開你的身體。

「我希望得到平靜。」

「希望我的心充滿仁慈。」

「希望我能仁慈對待別人。」

想像你的心散發愛。

想你的寵物或是你很愛的一個人。

讓這樣的愛繼續發散，傳給你生命中的每一個人。

繼續深呼吸，吸氣，慢慢吐氣。

注意自己是否有緊張的地方。

吐氣時，想像自己被安全、溫暖和仁慈包圍。

逆齡的重要訣竅

減壓技巧有益於端粒健康

至少有一項研究證實，身心技巧和練習能使免疫細胞的端粒酶增加或使端粒增長。這種效果對每一個人來說都是健康的，如果你感覺壓力很大，這種技巧和練習更是重要。身心技巧包括冥想、氣功、太極和瑜珈。臨床試驗顯示，這些都能促進健康、減少發炎。¹

冥想方式有很多種，皆可增進後設認知（對認知過程的認知）的能力，改善我們如何看待事件及回應壓力事件的方式。儘管有少數人在冥想時有負面經驗，整體來看，冥想的負面副作用極少，正面效應卻很大。到目前為止，以端粒健康而言，沒有證據顯示哪一種冥想較好。

至於各種冥想方法的簡介或更進一步的參考資料，請參看我們的網站：telomereeffect.com。

靜修營

很多研究指出冥想對身心健康有益。經常冥想，可以幫助我們消除負面思想模式，加深與他人的關係，甚至可能使你的人生目標更堅定。最近出現的研究顯示，冥想也有助於端粒增長。

加州大學戴維斯分校的沙倫（Cliff Saron）曾研究有經驗的禪修者參加靜修團所受的影響。沙倫發現他們在參加為期三個月的奢摩他靜修營之後，和對照組相比，這些禪修者的人生目標變得更堅定。

（譯注：奢摩他，梵語shamatha，修行禪那的兩種方法之一，意思是止、寂靜、能滅等。奢摩他的功能是將心與心所聚集在一起，心念集中專一，止息一切雜念，以進入定境，發起智慧。）

另一位研究人員康克林（Quinn Conklin）也從另一項研究發現，禪修者在為期三週的靜修營密集練習之後，與剛開始的時候相較，白血球的端粒變長了。至於對照組的白血球端粒長度幾乎沒有變化。²

我們的研究團隊曾有機會，進行一項高度探索性的冥想研究。研究對象是參加靜修營的實驗組，對照組則是住在一處度假勝地。參加靜修營的人在心靈大師喬布拉（Deepak Chopra）及其同事的帶領下，在加州卡爾斯巴德（Carlsbad）喬布拉中心一邊靜坐，一邊默想梵咒。我們將幾乎沒有禪修經驗的受試者隨機分為兩組，一組參加靜修營，另一組則去度假村。還有一組受試者則是經常靜修、有打坐習慣的女性，以前就參加過喬布拉的靜修營。

我們發現，活動進行一個星期之後，不管是哪一組，每個人都覺得神清氣爽，身心健康的指標都有明顯進步，基因表現模式也有很大的轉變——發炎和壓力都減少了。由於所有的組別都有這樣的心理和基因表現的改善，我們認為這是休假效應，因為脫離了日常生活的壓力，得以安心愜意。

但是我們發現，冥想別有好處，可使人端粒酶增加，但只有曾參加過靜修營或經常靜坐的人，才能顯現這樣的效應。這些人身上的端粒保護基因似乎特別活躍。³ 看來，對禪修經驗豐富的人而言，細胞衰老的速率似乎比較慢。

不過，這樣的研究還必須找不同的受試者，在不同的情境下，重複進行實驗，才能提升因果關係的效度。

正念減壓法

正念減壓法（mindfulness-based stress reduction, MBSR）是麻州大學醫學院的卡巴金教授，為幾乎沒有冥想經驗的人開發出來的。自

1979年起，已經有二萬二千人採取這種減壓方法，證實有減壓、減輕疼痛之效。⁴

正念減壓療法包括：心靈本質的訓練、正念呼吸、身體掃描練習（練習時，將注意力如掃描般，由腳趾到頭頂慢慢移動，留意不同部位的狀況，放鬆緊繃的肌肉）和瑜珈。能跟團體一起上課，是絕佳經驗，然而如果你的住家附近如沒有正念減壓中心，則可上網，跟著麻州大學醫學院的線上課程學習（<http://www.umassmed.edu/cfm/stress-reduction/mbsr-online/>）。此網站也接受全球專業正念減壓教師登記資料，因此你可查詢你的住處附近是否有這樣的教師。

有一項研究發現，實行正念減壓法的人，在三個月期間，與對照組相較，端粒酶增加了17%。⁵ 另一項研究發現，對照組中的乳癌病人的端粒長度減少了，但另一組乳癌病人實行正念減壓法，把心念放在療癒上，則端粒長度沒變短。第三組則是接受基於情緒表達和支持的療法（支持性情緒表達團體治療），其端粒長度也沒有減少。這項研究的結果令人振奮，顯示減壓有助於對抗細胞老化，而減壓方式除了冥想，還有很多做法。⁶

任何想減輕壓力的人都可試試正念減壓法，這對於慢性病造成的身體疼痛特別有幫助。

瑜珈靜心和瑜珈

冥想有很多派別，冥想形式也各有不同。「克利亞瑜珈」（Kirtan Kriya）是比較傳統的一派，包括唱誦與手指觸壓（即瑜珈手印）。

加州大學洛杉磯分校的研究人員拉瑞茲基（Helen Lavretsky）和艾爾文（Michael Irwin），以照顧失智症家人的照護者做為研究對象。這些人當中，大多數至少有輕微的憂鬱症狀。我們的實驗室先測

量了他們的端粒酶。然後這些照護者開始做克利亞瑜珈，每天做十二分鐘，兩個月後，端粒酶增加了43%，與發炎有關的基因表現也減少了。⁷ 對照組則是聽輕鬆減壓音樂，雖然端粒酶也增加了，但只增加3.7%。很顯然，那些照護者的憂鬱症狀和認知能力都有改善。⁸

克利亞瑜珈雖然不像正念冥想，可幫助人發展後設認知及忍受負面情緒，但可使你的心靈進入更專注的境地，產生一種寧靜、身心融合的感覺。之後，你覺得你的心靈變得更靈敏，而且像一夜好眠之後醒來那樣身心舒暢、精神抖擻。關於這項研究，簡要的介紹請參看：

<http://alzheimersprevention.org/research/12-minute-memory-exercise>。

至於「哈達瑜珈」（Hatha Yoga），一般人認為這是運動，其實哈達瑜珈是整合身體的伸展姿勢、呼吸和心靈狀態的動態冥想法。雖然還沒有人研究哈達瑜珈與端粒的關聯，但關於瑜珈對健康的好處已有極多的研究文獻。

附帶一句，筆者（伊麗莎）個人最愛就是瑜珈，因此很難不提瑜珈的好處。瑜珈能增進生活品質，改善情緒，對罹患不同疾病的病人都有幫助，⁹ 也能降低血壓、改善發炎和脂質。¹⁰ 最近的研究顯示，長期做瑜珈也能增加脊椎的骨質密度。¹¹

氣功

氣功是一連串的動作，強調姿勢、呼吸與意念，也可說是一種動態冥想。氣功是中國古代醫學健身之道的一部分，已經發展了五千年以上。氣功就像克利亞瑜珈，藉由身心整合，使人變得專注、放鬆。

幾千年來，一直有人在練氣功，隨機控制實驗也證明氣功是有功效的。例如，氣功可減輕憂鬱症，¹² 或許也能改善糖尿病。¹³ 在氣功對抗細胞衰老的實驗中，研究人員以有慢性疲勞症候群的人，做為研究對象，發現練氣功四個月後（第一個月，受試者在氣功老師的指引

下學習，之後就在家自己練習，每天練習三十分鐘），和氣功課程候補名單上的人相較，其端粒酶明顯增加，疲勞則減少了。¹⁴

筆者（伊麗莎）是向東方醫學博士暨氣功醫學專家楊克（Roger Jahnke）學氣功。他建議利用氣功來養生抗病。

氣功很簡單，每個人都能做（請參看本書網站），在短短幾分鐘內，就能讓人覺得平和寧靜、通體舒暢。很多人都能察覺做氣功時的身體變化，感覺指尖有一種電麻感（這就是所謂的「得氣」）。這部分是因為放鬆反應，副交感神經系統產生作用、血管擴張，因而產生新的血流。這種感覺就是中醫所謂的「氣的流動」。

積極改變生活方式：減壓、營養、運動與社會支持

歐尼許（Dean Ornish）醫師是第一位指出生活方式積極改變可逆轉冠狀動脈心臟病（冠心病）的專家。他是非營利機構「預防醫學研究所」（Preventive Medicine Research Institute）的所長，也是加州大學舊金山分校臨床醫學教授。

歐尼許醫師提出的計畫，整合了多種壓力管理技巧和生活方式的改變。他想知道，這樣的計畫對細胞老化有何影響，因此以低風險前列腺癌的病人（男性）為研究對象。受試者每天吃高纖低脂飲食，一星期六天，每天步行三十分鐘，每週參加團體支持小組會議，同時自行練習壓力管理，加上輕柔的瑜珈伸展動作、呼吸練習和冥想。隨機對照試驗證明，這個計畫能減緩或停止早期前列腺癌的發生。計畫實行三個月後，受試者的端粒酶也增加了。此外，受試者當中，對罹患前列腺癌的憂慮消除較多者，其端粒酶增加較多。這顯示壓力減輕帶來的效益。¹⁵

歐尼許醫師還追蹤調查其中一個小組的受試者，時間長達五年，這組受試者確實每日力行歐尼許醫師的計畫。五年後，這些受試者的

端粒增長了10%。參與歐尼許醫師逆轉冠心病的行為治療計畫，可申請聯邦醫療保險等健康保險給付。

在美國，極少行為治療可獲得給付。關於冠心病的醫療保險給付方案，可參看：<https://www.ornish.com/ornish-certified-site-directory/>。

第三部

幫你的身體保護細胞

自我評量

你的端粒軌跡如何？——評估端粒的保護因子與危險因子

接下來，我們將把焦點放在身體——也就是活動、睡眠和飲食。但在進入下一章之前，你或許想知道你的端粒是否健康，以及要怎麼才能知道。因此，我們必須請你先做個小小的評量。

我們身體的每一個細胞都有端粒，包括不同組織、器官和血液中的細胞。如果我們血球細胞中的端粒較短，其他組織細胞中的端粒可能也比較短。有些接受自費測量的實驗室可為你測量血球端粒長度，但對個人而言，這種測量的用處有限（參看第332頁〈關於商業端粒檢測〉及本書網站有關血液檢測的討論。）更有用的是評估端粒的保護因子和危險因子，然後藉由日常生活的改變，使端粒得到更好的保護。因此，我們製作了這份端粒軌跡量表。

端粒軌跡量表

你可以評估與端粒長度相關的個人健康與生活型態因子。完成這份量表大約需要十分鐘。做完後，你就可找出自己想要改進的部分。

我們將盡可能說明每一個題目的相關研究細節。我們詢問的範圍包括：

一、你的心理健康狀況

- 目前是否面臨很大的壓力
- 情緒困擾的程度（是否罹患憂鬱症或焦慮症）
- 社會支持

二、你的生活型態

- 運動和睡眠
- 營養
- 是否接觸有毒化學物質

你是否面臨極大的壓力？

如果你的情況如問題所述，請記錄「1」，如果不符合問題所述，就寫「0」。

問題中的情況至少必須持續好幾個月，才能得到1分。

你現在是否承受極大的工作壓力，讓你覺得情感耗竭、身心俱疲、厭惡工作，就算是早晨剛起床，仍覺得很累？	
你是否全天候照顧重病或殘障的家人，而有不堪負荷之感？	
你是否住在一個治安不好的地區，經常提心吊膽？	
你是否因為某種慢性病症或最近遭逢創傷，幾乎每天都覺得壓力很大？	

請把上面四個問題的得分相加，算出總分：（ ）

請根據你的總分，圈選對應的端粒分數：

壓力評分	端粒分數（請圈選）
如果你的得分為 0，則屬於低風險群。	2
如果你的得分為 1，則屬於中度風險群。	1
如果你的得分為 2，則屬於高風險群。	0

解說：這份壓力檢查表並非標準量表，只是用來衡量你是否面臨極度的壓力，而可能使得端粒縮短。

例如，因為工作壓力造成的情感耗竭¹、必須照顧患有失智症的家人²或是住在治安不良的地區而沒有安全感³。

至少有一項研究，在控制身體質量指數、是否有抽菸習慣、以及年齡等變因之後，發現上述情況和端粒變短有關。任何嚴重事件，幾年下來，都可能造成端粒縮短。

光是遭受事件的衝擊，並非決定因素——正如第4章所述，你的反應也很重要。

最後，如果只有一種情況，也許應付得來；若是不只一種情況，就可能窮於應付。

如果長期有多種情況需要因應，就會歸類為高風險群。

你有情緒障礙嗎？

你目前是否已診斷罹患憂鬱症或焦慮相關病症，例如創傷後壓力症候群或廣泛性焦慮症？

請根據你的分數，圈選對應的端粒分數：

臨床診斷評分	端粒分數（請圈選）
如果依據臨床診斷，你沒有罹病，你則是屬於低風險群。	2
如果經過臨床診斷，你已罹病，你則是屬於高風險群。	0

解說：從多項研究的結果看來，如果症狀輕微，就不會影響到端粒。

然而，如果診斷確立，症狀已嚴重到會干擾日常生活，則會影響到端粒。⁴

你有多少社會支持？

請根據你平時能從生命中重要的人，如家人、朋友和同一社群的成員，得到的社會支持，回答下列問題：

1. 在你碰到問題時，是不是有人可以給你好的建議？	1 完全沒有	2 很少	3 有時候	4 時常	5 隨時都有
2. 你需要有人聽你說話的時候，是不是有你可依靠的人，可以聽你說話？	1 完全沒有	2 很少	3 有時候	4 時常	5 隨時都有
3. 在你需要愛和關懷時，是不是有人可以給你？	1 完全沒有	2 很少	3 有時候	4 時常	5 隨時都有
4. 在你需要情感支持時，是不是有人可以依靠（在很難決定時，給你意見，或是與你討論問題）？	1 完全沒有	2 很少	3 有時候	4 時常	5 隨時都有
5. 在你身邊是否有你想親近、可以信賴的人？	1 完全沒有	2 很少	3 有時候	4 時常	5 隨時都有
得分					

現在，請把你圈選出來的數目加起來。

請根據你的分數，圈選對應的端粒分數：

社會支持評分	端粒分數（請圈選）
得分為 24 分或 25 分，社會支持度高。	2
得分在 19 分到 23 分之間，社會支持度中等。	1
得分在 5 分到 18 分之間，社會支持度低。	0

解說：這份問卷是ESSI社會支持量表（ENRICH Social Support Inventory）的五題版，本來是用來評量心肌梗塞病人在復健階段的社會支持程度，並用在流行病學的調查研究。⁵

這份問卷的不同版本，也用來評量端粒長度與社會支持的關係。⁶
這五題的切分點則是參考一項大型研究的數據——
這項研究探討的是高齡者白血球端粒長度與低社會支持度的關聯。⁷

在ESSI量表中，得分為18分就算社會支持度低。

（譯注：ENRICH是Enhancing Recovery in Coronary Heart Disease 冠心病復健的縮寫。）

你的體能活動量有多少？

近一個月，下面哪一種描述最符合你的體能活動情況？

1. 我幾乎沒做什麼體能活動。我大都做一些比較靜態的活動，像是看電視、看書、打牌、打電動，只出去散步一、兩次。
2. 每週，我會外出一、兩次，做比較輕鬆的休閒活動，像是散步或逛街。
3. 每週，我會做三次適度的運動，像是快走、游泳或是騎腳車。每次約花十五到二十分鐘。

4. 我幾乎每天（每週五次或更多次）都會適度運動，像是快走、游泳或是騎腳車，每次約花三十分鐘或更久。
5. 每週，我會做三次比較劇烈的運動，像是跑步或是努力騎車，每次約花三十分鐘或更久。
6. 我幾乎每天（每週五次或更多次）都會做比較劇烈的運動，像是跑步或是努力騎車，每次約花三十分鐘或更久。

請根據你符合你的描述，圈選對應的端粒分數：

社會支持評分	端粒分數（請圈選）
得分為 24 分或 25 分，社會支持度高。	2
得分在 19 分到 23 分之間，社會支持度中等。	1
得分在 5 分到 18 分之間，社會支持度低。	0

解說：這份問卷是「史丹佛休閒時間活動量表」

（Stanford Leisure-Time Activity Categorical Item; L-CAT），已獲得自然出版集團（Nature Publishing Group）授權使用。⁸

這份量表列舉六種程度不同的體能活動。

符合第4、5、6題描述者，有氧活動量已達疾病管制與預防中心（CDC）的建議

（150分鐘適度運動，像是快走，或是75分鐘的劇烈運動，如跑步。

請注意，CDC也建議一週至少兩天要做能加強肌肉的活動）。

我們將在第7章〈訓練你的端粒：運動量要多少才足夠？〉解釋，如果你體格良好，經常做運動，只要不過度，就能得到很大的助益。

每次劇烈運動後，請給自己時間好好休息、恢復。

經常運動才是最重要的，不要只是做「週末戰士」。

體能活動量比較大的人，與活動量小的人相較，比較不會因為極度壓力，致使端粒縮短。⁹

此外，有一項研究顯示，每週運動三次，每次四十五分鐘，可使端粒酶增加。¹⁰

你的睡眠模式如何？

你近一個月的睡眠品質如何？	0 非常好	1 還不錯	2 相當糟	3 非常糟
你每晚平均睡眠時數是多少？ (不含躺在床上但還清醒的時間)	0 7 小時或更久	1 6 小時	2 5 小時	3 少於 5 小時

請根據你的得分，圈選對應的端粒分數：

睡眠評分	端粒分數 (請圈選)
這兩題的得分皆為 0 分或 1 分，屬於低風險群。	2
如果你有一題的分數是 2 分或 3 分，你屬於中度風險群。	1
如果這兩題，皆是 2 分或 3 分，或是你有睡眠呼吸中止症，而沒接受治療，那就屬於高風險群。	0

解說：這份問卷的題目是出自匹茲堡睡眠品質指數（PSQI），用以評估睡眠品質及睡眠干擾。¹¹

關於端粒長度，有幾項研究也用PSQI來評估睡眠品質。¹²

睡眠時間也很重要。如果你每天晚上睡眠時間至少有六小時，覺得自己睡眠品質不錯或非常好，你就是低風險群。

如果你睡眠品質不佳或是睡眠時間較短，則風險會增加。

若是你睡不好、睡眠時間又短，就是高風險群。

儘管目前研究尚未評估睡眠時間不足、加上睡眠品質差的效果，我們假設若是你這兩個問題都有，則比較糟。

如果你有睡眠呼吸中止症，而且沒接受治療，風險就更高了。

你的飲食習慣如何？

你多常吃下列食物？請就每一個問題圈選1或0：

1. 富含 omega-3 脂肪酸的 Omega-3 補充劑、海藻或魚類：	
每週三份以上	1
每週不到三份	0
2. 水果和蔬菜：	
每天吃	1
不是每天吃	0
3. 含糖汽水或含糖飲料（不包括你自己把糖加在咖啡或茶中，通常你加的糖會比市售含糖飲料所加的糖要來得少）：	
幾乎每天都要喝一杯 350 毫升的飲料	0
很少喝	1
4. 加工肉品（香腸、切片冷肉、熱狗、火腿、培根、內臟）：	
每週一次以上	0
每週不到一次	1
5. 你的飲食中有多少是全食物（全穀物、蔬菜、雞蛋、未加工的肉類）？ 你吃的加工食品又有多少（用鹽和防腐劑包裝或加工的食物）？	
大都吃全食物	1
大都吃加工食品	0

請把上面五題的分數加起來：（ ）

請圈出和得分對應的端粒分數。

端粒營養評分	端粒分數（請圈選）
得分 4 或 5，你的飲食提供端粒絕佳保護。	2
得分 2 或 3，你的飲食對端粒的保護屬於適中。	1
得分 0 或 1，這樣的飲食習慣會為你帶來高風險。	0

解說：題目中的頻率是從端粒研究推測出來的。

對omega-3脂肪酸而言，最好的來源還是食物。

如果你依賴營養補充劑，基於環境永續經驗，最好服用海藻油製劑，而不要吃魚油。

血液中含較多omega-3脂肪酸（DHA和EPA）的人，端粒損害速率較慢。¹³

每天吃半份海藻的人，中老年之後，端粒較長。¹⁴

一項針對omega-3脂肪酸補充品所做的研究指出，不管你服用的omega-3脂肪酸補充劑是1.25公克或2.5公克，都能使血中omega-6脂肪酸與omega-3脂肪酸的比例，降低到某個程度，進而使端粒增長。¹⁵

我們不知道身體能吸收多少omega-3脂肪酸，但如果一週吃個幾次魚，或是每天攝食1公克含omega-3脂肪酸的油脂，應該已經足夠。

雖然omega-3脂肪酸補充劑可使端粒增長，但真正的食物含有抗氧化物和維生素（例如大量的蔬菜和一些水果），還是優於營養補充劑。

有三項研究指出，含糖碳酸飲料和端粒變短有關。¹⁶

根據其中一項研究，如果每天喝，應該會使端粒變短。

大多數含糖飲料所含的糖都超過10公克，一般在20公克至40公克之間。

至於加工肉品，有一項研究指出，攝食加工肉品的數量較多的人（每週至少吃一次或是每天吃一小份），端粒較短。¹⁷

你是否接觸很多有毒化學物質？

就下列問題，請圈選「是」或「否」：

你經常抽菸或抽雪茄嗎？	是	否
你經常使用農藥或除草劑嗎？	是	否
你住在受到交通廢氣嚴重汙染的城市嗎？	是	否
你是否因為工作的緣故，必須接觸「對端粒有害的毒物」 表格列出的工業化學物質，如染髮劑、家用清潔劑、鉛或其他重金屬（比方說，你在修車廠工作）？	是	否

端粒化學物質暴露評分	端粒分數（請圈選）
答案如果都是「否」， 你是接觸有毒化學物質的低風險群。	2
你的答案如果至少有一題是「是」，你則是高風險群。	0

解說：我們根據研究，列出與端粒變短有關的有毒化學物質。

這些物質包括香菸¹⁸、殺蟲劑¹⁹、染髮劑和家用清潔劑²⁰、空氣汙染²¹、鉛²²，以及暴露在修車廠的環境之中。²³

你的總得分如何？

項目	端粒分數（請圈選）		
心理健康	高風險	適度	低風險
壓力	0	1	2
情緒障礙	0	1	2
社會支持	0	1	2
生活型態			
運動	0	1	2
睡眠	0	1	2
飲食	0	1	2
接觸有毒化學物質	0	1	2
總分（0 分至 14 分）			

如何了解你的端粒軌跡

你可從上面的得分表，了解你端粒的整體風險和保護情況。如果你總分很高，你的端粒可能非常健康。請繼續加油！

這份評量表最有用的地方，是把焦點放在各個項目，而非總分。如果你某個項目得到2分，代表這方面的端粒保護做得不錯，你不只是避免風險而已。大抵而言，這麼高的分數意謂你的日常生活習慣良好，對端粒的保護大有幫助，因此能為良好的健康打下基礎。

如果你某一項目為0分（高風險類別），你可能會經歷典型與年齡有關的端粒衰退，加上風險因子，更是雪上加霜。但你依然可以朝這方面努力，讓自己還有控制的餘地。

選擇一個項目來加強

這張表格最好的使用方式，就是注意0分的項目，然後看看哪一項是你很容易改變的。如果你沒有0分項目，那就從得分為1的項目去挑

選。

不管你要從哪裡著手都可以，但是我們建議你一次只選擇一個項目，然後下定決心，一定要把這件事做好。你可以在床頭櫃，用一張便條紙提醒自己，或者在手機設定一個方便的時間，提醒自己要做好這件事。到了本書的第三部結尾，你就可依照本書提供的訣竅，設立新的目標。

第7章

訓練你的端粒：運動量要多少才足夠？

運動能減少氧化壓力和發炎，因此我們不訝異某些運動有增加端粒酶之功。

然而，只在週末進行激烈運動的人應該注意：在一次運動當中，運動過度也會增加氧化壓力，如果經常過度運動（過度訓練）可能也會對端粒造成嚴重傷害。

2013年5月，瑪姬第一次參加超級馬拉松比賽。她已是馬拉松好手，在距離比較短的比賽表現不錯，因此她希望更上層樓，參加這次的沙漠百英里賽。她不敢想自己能名列前茅，只希望跑完。跑到一半的時候，她的朋友碰到她，跟她說：「你知道你目前名列第十三嗎？應該能跑進前十名！」

瑪姬於是決定加把勁。再跑幾個小時，她就超過排行第十二名的選手，接著超過第十一名，然後跑在第十名的前頭了。衝過終點線時是第十名，獲邀來年再度參賽。

那年夏天，瑪姬又參加了三次超馬：6月再跑百英里，還有兩次在7月和8月。她覺得棒極了。9月她決定不像往年一樣休息，依然接受嚴格訓練，12月再度挑戰超馬。訓練了幾個星期下來，瑪姬幾乎天天失眠，整晚都醒著。她只好坐在床上，直到清晨手機鬧鐘響起。「我不會使用禁藥，我想，這應該就是服用安非他命的感覺。」瑪姬說：

「我睡不著，但我也覺得累，感覺自己精力充沛。真是奇怪。」

瑪姬繼續接受訓練。不久她就生病了，是一般感冒、流感和其他病毒性的感染。她只得減少練習，可是症狀完全沒改善，她又回復原

來的練習計畫。到了初冬，她的身體終於撐不下去，無法完成練習，甚至連去上班都很勉強。最後，她幾乎無法下床。

瑪姬幾乎出現所有「過度訓練症候群」的徵象（過度訓練症候群並不是一種正式的醫學診斷名稱），主要徵候是睡眠改變、疲勞、情緒低落、容易生病和身體疼痛。

瑪姬身邊的人聽她述說那個連連名列前茅的超馬之夏，有不同的反應。有人說她的做法不對，認為這樣激烈的練習對人體將會造成很大的傷害。還有一些人則認為，要當一流的運動員，必然得接受這麼辛苦的訓練。另有一些人則把瑪姬的經驗，做為自己不運動的藉口。

運動的利弊得失，常引發爭辯。如果從端粒的角度來看，那就清楚多了。像瑪姬這樣的人，為了練超馬，把身體逼到極限，甚至把身體搞壞了，那就得不償失。其實，端粒不需要非常嚴格的訓練，才會變長。對我們而言，這該是好消息。另一個好消息是，不同程度、不同種類的運動，也能為端粒帶來好處。我們將在本章告訴各位，在什麼範圍內的運動是健康的，以及如何評量自己的運動量太少——或是過度，就像瑪姬。

兩種藥丸

想像你在未來的一間藥局。你詢問了藥劑師，她說有兩種藥丸可供選擇。你指著第一種，問說這種藥丸的功效為何。

她一邊點觸自己的指頭，一邊列舉這種藥丸的好處。「這種藥丸可使你的血壓降低、穩定你的胰島素、使你心情變好、使你燃燒更多卡路里，既可對抗骨質疏鬆症、也可降低中風和心臟病的風險。不幸的是，副作用包括失眠、皮膚起疹子、心臟問題、噁心、脹氣、腹瀉、體重增加等。」

「嗯，」你說：「第二種藥丸呢？這種藥丸有什麼功效？」

「噢，第二種藥丸的功效和第一種完全相同。」藥劑師的回答非常明快。

「副作用呢？」你問。

她露出笑容，說道：「完全沒有。」

第一種藥丸是虛構的，也就是結合了控制高血壓的 β -受體阻斷劑、降膽固醇的史達汀（statin）類藥劑、調節胰島素的糖尿病藥物、抗憂鬱劑和治療骨質疏鬆症的藥物。

第二種藥丸則是真實的，這種藥丸就叫「運動」。經常運動比較長命，且能降低罹患高血壓、中風、心血管疾病、憂鬱症、糖尿病及代謝症候群的機會，而且比較不會那麼早就罹患失智症。

如果運動就像一種藥物，對整個生理狀況有神奇的效果；那運動究竟是如何發揮功效？巨觀來看，運動大抵而言，可增加流向心臟和腦部的血流，強化肌肉，使骨骼更強健。但若我們以微觀的角度來看運動的功效，觀看經常運動對細胞產生的影響，我們可以看到什麼？

運動的好處：使你更平靜、更瘦、更能對抗自由基

經常運動的人，氧化壓力較小。氧化壓力會對身體造成傷害，起因是自由基。自由基是少一個電子的分子，這個不穩定、不完整的分子會從別的分子搶一個電子來，好和自己的電子湊成一對。結果，被搶走電子的分子就會變成不穩定的自由基，會去搶其他分子的電子，引發連鎖反應。

自由基就像一種不好的情緒，傳給別人之後，自己才會覺得好多了，就像倒垃圾一樣。因此，氧化壓力會破壞細胞的分子。衰老和種種老化疾病，都和氧化壓力有關，如心血管疾病、癌症、肺病、關節炎、糖尿病、黃斑部退化和神經退化性疾病等。

幸好，我們的細胞有天然的抗氧化酶，來抵禦氧化壓力。抗氧化酶能捐贈一個電子給自由基，本身依然維持穩定。只要抗氧化酶捐出一個電子，就能中止自由基的連鎖反應。抗氧化酶就像良師益友，對你說：「好吧，把你覺得不舒服的地方，一股腦兒說出來。我願意傾聽。說了之後，你就會覺得好多了。但我不會受到影響，也絕對不會把那種糟糕的情緒傳給別人。」

在理想情況下，你的細胞擁有足夠的抗氧化酶，來還原體內的自由基。儘管如此，自由基還是無法完全從體內去除。身體代謝自然而然會產生自由基。其實，細胞要正常溝通，仍需要少量的自由基。然而，如果你經常暴露在環境壓力之下，譬如輻射和抽菸，或是罹患重度憂鬱症，你體內的自由基就會大量生成。自由基累積起來，似乎就會對人體造成危害。如果你體內的自由基多於抗氧化酶，氧化壓力就會失衡。

這就是為何運動有這麼大的價值。短期看來，運動確實會使體內的自由基增加。因為你會吸入較多的氧，而大多數的氧分子都用來使細胞的粒線體產生化學反應，進而提供能量。這個重要過程會出現一些無可避免的副產品，其中之一就是自由基。面對這樣的短期反應，身體自有因應之道，也就是產生更多的抗氧化酶。正如短期心理壓力能增進你應付困難的能力，經常適度運動造成的身體壓力，能帶來更多的抗氧化酶，以和自由基抗衡，如此一來，你的細胞就更能保持健康。

運動還能為細胞帶來其他好處。如果你常運動，你的腎上腺皮質（位於腎上腺內）就會釋放較少的壓力荷爾蒙，即腎上腺皮質醇。體內的腎上腺皮質醇濃度降低，你就會覺得比較平靜。若是你常運動，你的身體細胞也會變得對胰島素比較敏感，血糖就比較能穩定下來。你要是想避免中年三大害——壓力、腰圍變粗、高血糖，就得好好做運動。

運動可以延緩你的免疫衰老

隨著年齡增長，生物體內的免疫系統會不斷退化老化，造成各種疾病，這個過程就是「免疫衰老」（immunosenescence）。因為免疫衰老，你體內的促發炎細胞介素會增多。這種細胞介素會使你身體各組織發炎，就像風吹野火，引發燎原大火。你體內的T細胞就會加速衰老，無法對抗疾病。正如前述，有些免疫細胞不只是老化，反而會助紂為虐。這些老化的免疫細胞使你不敵細菌或病毒的侵害，讓你纏綿病榻。如果你體內有很多免疫細胞都衰老了，即使你接受肺炎疫苗或流感疫苗的注射，疫苗很可能無法發揮作用，最後你還是會發燒、咳嗽。¹ 如果免疫細胞衰老，就算打了疫苗，對疾病還是無力招架。

然而，如果你經常運動，而非一天到晚坐在沙發上看電視，你體內的促發炎細胞介素就會變少，疫苗接種的反應就會比較好，免疫系統也比較強健。儘管免疫衰老是年齡增長的自然過程，但是經常運動的人則能延後免疫衰老的時間，或許能延後到生命結束之時。正如運動與免疫研究人員辛普森（Richard Simpson）所言，種種跡象顯示：

「習慣做運動，能調節免疫系統，延遲免疫衰老的發生。」² 如果你想使你的免疫系統青春永駐，運動就是最好的做法。

哪一種運動對端粒最好？

運動能保護你的細胞，對抗發炎和免疫衰老。而從細胞的角度來看，運動還有一個好處，也就是能維持端粒健康。這是研究人員針對一千二百對雙胞胎的研究結果，已剔除遺傳因素，單純看待運動的功效。勤於運動的人，比不常運動的雙胞胎手足，端粒來得長。³ 該研究也調整其他可能會影響端粒的因素，如年齡等，發現端粒長短和運動量頗有關係。我們現在也知道，久坐不動非常不利於人體代謝。有幾項研究發現，和稍常運動的人相比，久坐不動的人，端粒比較短。

問題是，如果從細胞老化的角度來看，是否所有種類的運動，功效都一樣？德國漢堡薩爾蘭大學醫學中心的研究人員威納（Christian Werner）和勞夫斯（Ulrich Laufs）在一項小型研究中，比較了三種不同種類的運動，發現運動或許真能增加端粒酶補充端粒的作用。他們的研究也幫助我們了解，哪些運動對細胞健康最有益。

功效最顯著的是兩種運動：一是適度的有氧耐力運動，一次進行四十五分鐘，一週三次，六個月後，端粒酶的活性就能提高為兩倍；另一則是高強度間歇訓練（HIIT），亦即一連串短時間、高強度的有氧運動，使心臟劇烈跳動，再加上等長或稍長的休息時間，再重複這個循環。至於阻力運動（**狹義的肌力訓練，是利用外在的阻力，例如彈力帶，來進行訓練**）雖然不能大幅提高端粒酶的活性，但也有其他優點。研究人員下結論說：「阻力運動可以補強耐力訓練的效果，但是不能取代耐力訓練。」

上述三種運動——適度有氧耐力運動、高強度間歇訓練和阻力運動，都能增加與端粒有關的蛋白質（例如，有保護端粒之功的蛋白質 TRF2）和減少p16蛋白（這是細胞老化的重要標記）。⁵ 研究人員也發現，不管哪一種運動，只要能增加有氧適能，就能增加端粒酶的活性——這代表心血管功能的強化是最重要的事。

因此，請試著做適度心血管運動或高強度間歇訓練。這兩種運動都很棒。本章最後的〈逆齡實驗室〉將說明，這些有實證醫學研究支持的運動，如何強化你的端粒。

然而，你或許不想只做一種運動。從事多種運動，確實有好處。在一項以數千名美國人為對象的研究發現，運動種類愈多（從快走到騎腳踏車，乃至肌力訓練），端粒愈長。⁶ 這就是為何最好我們也進行肌力訓練。即使肌力訓練似乎和端粒長度沒有多大關聯，但是能幫助我們維持或增進骨質密度、肌肉質量、平衡感和身體協調性——要活到老而且活得健康，這些都至關重要。

運動到底是如何強化端粒的呢？

運動對細胞的功效而言，包括減少發炎和降低氧化反應等。這對端粒是有益的。或許運動對端粒有幫助，是因為運動可避免壓力對細胞的傷害。壓力反應不但會破壞細胞，而且會留下殘屑；但是運動可啟動細胞的自噬機制，就像大掃除一樣，清理、回收細胞內的垃圾，如受損的分子等。

運動也可能直接改善端粒。例如，在跑步機上跑步，會誘發急性壓力反應，增加端粒酶基因*TERT*的表現。⁷ 運動員的*TERT*基因表現要比久坐不動的人來得強。⁸

研究人員發現，運動能釋放新瘦素（irisin，譯注：此字源於希臘神話中的信使女神艾莉絲。艾莉絲是宙斯的信使，經常在仙界的奧林帕斯山和人間之間飛奔，艾莉絲她也掌管彩虹）。新瘦素是新近才發現的荷爾蒙，運動後由肌肉細胞分泌。新瘦素可增強新陳代謝。有一項研究指出，新瘦素也有增長端粒之效。⁹ 然而，不管運動如何使端粒增長，最重要的是運動對端粒健康非常重要。為了維持端粒健康，你得讓身體好好動起來。至於可以改善端粒健康的運動，請參看本章最後〈逆齡實驗室〉的介紹。

評估你的端粒強健度

對端粒健康而言，光是運動還不夠，體適能也很重要。體適能較好的人，從事體力活動或運動，都有較佳的活力和適應能力。有些人儘管常常進行輕量運動，可能體適能仍不夠好。但有些人很幸運，特別是年輕人，雖然從不運動，體適能卻很好（例如二十來歲的人，即使高中畢業後就沒運動了，仍然能成功挑戰長途健行）。對端粒的健康來說，你不只是需要經常運動，而且必須加強體適能。

但是要怎樣運動，體適能才算及格？需要像瑪姬那樣跑超馬嗎？還是在開放水域游個八千公尺？或是像我們在美國中西部的朋友，每年十月的星期六早上，在玉米田玩僵屍被追趕的遊戲？由於我們的社會對體適能的標準愈來愈高，我們已不知自己的體適能狀況是否能維持健康。

運動與細胞內部的有益反應

運動可使細胞內部發生許許多多美好的轉變。運動會觸發短暫的壓力反應，進而引發更大的恢復反應。運動會傷害分子，而受傷的分子會造成發炎。但不久，細胞即啟動自噬機制，把受損分子清除乾淨，就像電動遊戲有著黃色大嘴巴的小精靈，把所有的小點點吃光光一樣。這個過程可避免發炎。在同一次的運動中，運動時間久了之後，由於有太多分子受損了，自噬機制應付不來，細胞就會急速凋亡。如此一來，就不會留下殘屑或是造成發炎。¹⁰

運動會使供應能量的粒線體變得更多更好。這就是為何運動能減少氧化壓力。¹¹ 運動過後，你的身體慢慢復原時，細胞仍在清理殘屑。因此，與運動前相比，你的細胞會變得更健康、強健。

體適能對端粒健康來說，非常重要。¹² 然而，只要輕度的體適能運動，就能為端粒帶來顯著的益處。知道這點，你應該能鬆一口氣。我們在加州大學舊金山分校的同事胡利（Mary Whooley），以一群患有心臟病的成人做為研究對象。她讓這些受試者站上跑步機，一開始只是走路，接著把速率漸漸調快，也把坡度調得愈來愈大，直到受試者忍耐的極限。結果很明確：運動能力愈差的人，端粒愈短。¹³ 心血管耐力最低的人，甚至連快走都很吃力；至於耐力最高者，則能維持健走的步調。體適能最差的人，其端粒長度減少的程度和體適能最佳者相比，約當細胞多衰老了四歲。

你是否能自己動手修剪草坪？能鏟土嗎？打高爾夫球的時候，能自己揸球具嗎？如果不行，那你屬於體適能程度低下者。你可以利用很多簡單的方式，慢慢安全的加強體適能。請和醫師討論，然後考慮

利用〈逆齡實驗室〉裡的步行計畫。如果你能快走，或是一週三次，以輕鬆的速率每次跑四十五分鐘，就能維護端粒健康。

請記住，體適能和運動雖然相關，但不是同一件事。如果你體適能本來就很不錯，仍需要運動計畫，以維持端粒健康。

過度運動有害嗎？

適度運動和良好的體適能对端粒大有幫助，但是像超馬選手瑪姬呢？她把自己逼到極限，這樣是否能使端粒變長？或者，反而使端粒變短？雖然只有少數人參加超馬，但是已有愈來愈多的人參加耐力運動，因此我們亟欲知道上述問題的答案。

有一項研究指出，與同年齡但久坐不動的人相比，超馬選手的細胞約當年輕十六歲。大多數極限運動員因此可鬆了一口氣。¹⁴ 這是否意謂，我們應該報名百英里馬拉松賽？當然不是。在那項研究中，與超馬選手相比的是久坐不動的人。如果比較耐力賽運動員和一般跑者（約莫一星期跑十五公里的人），兩者的端粒一樣健康，都遠遠優於久坐不動的人。從端粒的角度來看，與一般跑者相比，超長距離耐力賽的運動員似乎沒得到額外的好處。¹⁵

耐力運動員有時會擔心，年復一年接受這樣極端的訓練，是否安全。如果只參加一次賽事，然後就回復到一般練習程序，似乎比較沒有問題。在一項針對中老年人所做的研究中，這群中老年人年輕時都是傑出運動員。研究人員發現，這些人的端粒長度和同年齡的男性差不多，因此多年嚴格訓練似乎不會使端粒受到磨損。¹⁶ 另一項德國的研究則以「運動老將」為研究對象。這些人自年輕時開始，已完成很多次耐力賽。他們現在依然參加耐力賽，只是速度變慢（例如花八小時才跑完一場馬拉松比賽，而不是兩個多小時就跑完了）。這些老將不但外表看起來比較年輕，和對照組相比，也比較沒有端粒縮短的情

況。¹⁷ 另一項研究則把焦點放在運動的時間長度。研究人員發現，積極運動的時間長達十年或是更久的人，端粒較長。¹⁸ 因此，年輕的時候就養成運動習慣很重要——如果你已不年輕，也不必氣餒，只要開始運動，永遠不會太遲。只要運動，一定能得到益處。

然而，像瑪姬這樣過度運動的人則會有問題。有一項研究發現，極限運動員只要出現疲勞（過度訓練症候群），肌肉細胞的端粒就會變短。¹⁹ 如果運動員出現疲勞症候群，就像瑪姬，必然是因為過度訓練導致肌肉受損，已到難以修復的地步。前驅細胞（又叫衛星細胞）會修復受損的肌肉細胞，但是過度訓練會使前驅細胞受到傷害，因而不能執行修復任務。似乎過度訓練（而非極限運動）會對端粒造成傷害，至少肌肉細胞的端粒是如此。

過度訓練的定義是：訓練時間太長，休息和復原的時間不足。這種問題可能發生在任何一個人的身上，從跑步新手到職業運動員都有可能。萬一你的身體得不到足夠的休息、營養和睡眠，就會出現這樣的問題。心理壓力也有影響。過度訓練的警訊包括疲勞、情緒低落、易怒、睡眠障礙、容易受傷或生病。要治療這樣的症狀，說來簡單，就是休息，但運動員往往會把自己逼得太緊，因此不容易做到。

任何有關過度訓練的討論，都很複雜，因為「過度運動」沒有通用的設定點。這個設定點根據每一個人的身體狀況和訓練程度，而有不同。端粒提醒我們，所謂健康因人而異。對一個人有益的，可能會使另一個人受害。如果你是極限運動員，那就得與教練和醫師密切合作，及早發現過度訓練的徵兆。

總之，慢慢開始實行運動計畫是件好事。不要急，循序漸進，持之以恆，你的體適能一定會改善。如果你一個星期有五天都坐在辦公室，週末搖身一變成為健身狂人，就可能一下子使太多肌肉受傷，覺得很疲憊，有時甚至會有噁心想吐的感覺。這對身體來說，沒有任何好處。請記住，一開始運動的時候，身體會出現額外的氧化壓力，為

了因應壓力，身體會出現正常的相對反應。如果過度運動，相對反應就無法應付了，身體的氧化壓力只會更大，不會減少。

覺得壓力很大或憂鬱嗎？運動是為你的端粒進行韌力訓練

「我沒有時間運動。我忙死了，一大堆事情要做。」

「等我好一點，我就會開始運動。我現在壓力很大，無法強迫自己多做一件辛苦的事。」

你是不是常常聽到有人這麼說？然而，對運動而言，最重要的時機正是你覺得很忙、很累，不想動的時候。運動之後的三小時內，你就能感覺到心情變好，²⁰ 減力反應減少。²¹ 壓力會使端粒變短，但運動能使端粒免於受到壓力的傷害。

我們的研究夥伴普特曼（見第116頁），是英屬哥倫比亞大學的心理學家暨運動研究人員。他以承受很大壓力的女性為研究對象，很多是身心俱疲的照護者。這些女性運動得愈多，端粒愈不會受到壓力損害（參看圖17），運動確實能保護她們的端粒。

即使你每日行程都排得滿滿的，累得半死，實在沒氣力做運動，也得忙裡偷閒，擠出一點時間來做運動。例如，我們兩人也都很忙，但在寫這本書的時候，我們會一邊沿著舊金山起起伏伏的山坡地步行，一邊構思我們要寫的章節。

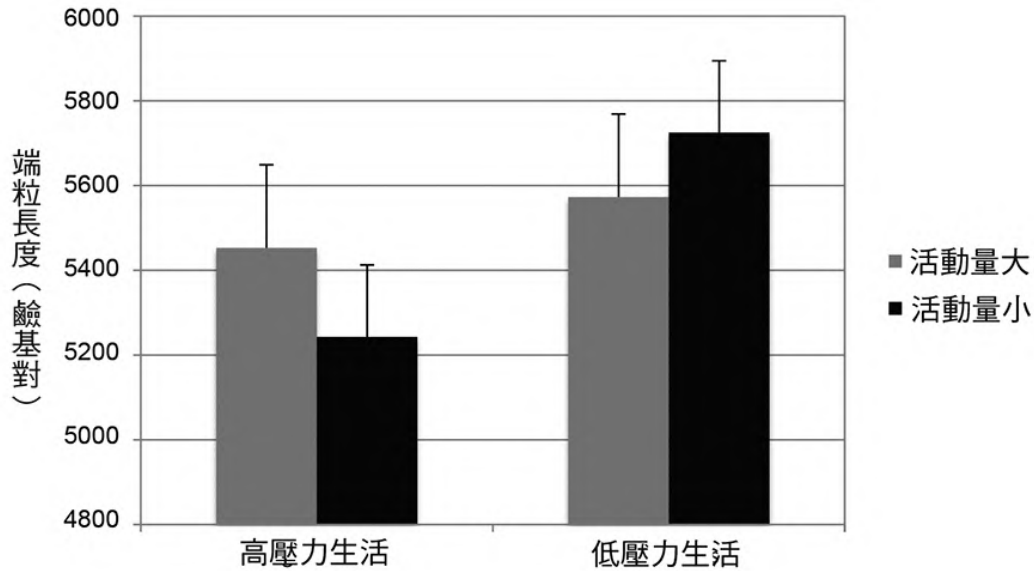


圖17 身體活動能緩和壓力對端粒的傷害

壓力大的女性，如果活動量小或久坐不動，端粒會變短。多運動則可防止端粒受到壓力的傷害。²²

運動其實沒有你想的那麼困難。你可以擠出更多的時間來運動。如果你真的無法運動，請你一定要振作，好好努力。從心理學來說，韌力就像是一種聖杯。韌力能使你在受到打擊之後再站起來，讓壓力從你的肩膀上滑落，使你的身心完好無傷。普特曼的壓力研究告訴我們，端粒也可能具有韌力。你愈努力養成良好的健康習慣（包括有效的情緒調適、穩固的社會連結、好的睡眠品質和經常運動），壓力愈不會傷害你的端粒，特別是在你陷入憂鬱之時。²³

運動是使端粒具有韌力的訣竅。如果你無法經常運動，那就得用其他方式培養韌力。不管你做什麼，只要你努力，就有幫助。加油！

端粒健康竅門

- 與不運動的人相比，經常運動的人，端粒較長。即使是雙胞胎也是如此。細胞健康最重要的關鍵就是有氧適能。
- 運動能啟動細胞清理機制，減少垃圾在細胞內堆積，使粒線體更有效能，並使自由基變少。

- 體適能和新陳代謝極佳的耐力運動員，端粒較長。儘管如此，只要適度運動，端粒長度也不會輸給運動員。因此，我們不必追求極限而過度運動。
- 運動員如過度訓練到疲勞不堪，身體會出現很多問題，包括肌肉端粒變短。
- 如果你活在很大的壓力之下，運動不只是對你有好處，更是保護端粒的不二法門，能使你的端粒免於受到壓力傷害。

逆齡實驗室

選擇最適合自己的運動方式

如果你喜歡穩定的心肺適能訓練.....

這是經過德國實驗驗證過的心肺適能訓練，能大幅提升你的端粒酶。²⁴ 做法很簡單：用你極限能力的六成，來走路或跑步。你應該會覺得有點喘，但是還能說話。至少每週三次，每次四十分鐘。

如果你喜歡高強度間歇訓練（HIT）

這樣的運動和心肺適能訓練一樣，能大幅提升端粒酶。
至少每週三次：

心肺運動（跑步）	
暖身（輕鬆）	10 分鐘
間歇跑（以下的三個步驟，重複四次）	
跑步（快跑）	3 分鐘
跑步（輕鬆）	3 分鐘
緩和（輕鬆）	10 分鐘

如果你喜歡中低強度的訓練.....

除了高強度間歇訓練，你也可選擇強度比較沒那麼大、容易達成的間歇訓練。如果你體能欠佳，可以增加10分鐘的暖身與緩和時間：

健走運動	
間歇健走（以下的兩個步驟，重複四次）	
快步走（如果盡力程度評級為 1 分至 10 分， 則你用 6 分或 7 分的氣力即可）	3 分鐘
慢慢走	3 分鐘

儘管尚無研究證實此健走運動計畫對端粒或端粒酶的影響，但應該是屬於有益健康的運動。有一項研究發現，這樣間歇性的健走，要比適度、穩定的步行，更能增進體適能。更重要的是，參與這項研究的都是中老年人，三分之二的人在研究結束多年後，依然繼續這樣的健走運動。²⁵

每一小步都很重要

除了計畫性的運動，在日常生活中增加身體的活動量也很重要。如果你常動，就可脫離「久坐不動」的一群。「久坐不動」不但和端粒變短有關，也會引發胰島素阻抗和發炎等代謝變化。²⁶

請試著在一天當中增加活動量，例如把車停在遠一點的地方、走樓梯、或是邊走路邊開會。有些app（像iWatch）每個小時會提醒你站起來動一動。或者，你可利用簡單的計步器，測量每天行走的總步數。

第8章

良好睡眠，可讓疲憊的端粒回復活力

睡眠品質不好、睡眠不足和睡眠障礙，都和端粒變短有關。

當然，大多數的人已經知道我們需要充足的睡眠，問題是要怎麼做。我們將在本章引述最新研究。

這些研究超越傳統有關睡眠衛生的建議，顯示認知和正念能改善睡眠，讓人一覺醒來，充滿活力。

即使你沒時間多睡一點，這些技巧也有助於你緩解失眠之苦。

瑪莉亞的睡眠問題是個老毛病，至少可追溯到十五年前。有一天，她跟老公大吵一架，半夜醒來，腦海一直重播兩人唇槍舌戰的經過，直到天亮。她去看了婚姻和家庭諮詢師，回來就開始失眠。失眠就像從一扇沒關緊的門溜進來，一年總會回來糾纏瑪莉亞好幾次，讓她輾轉反側。她變得很警醒，任何一點聲響都逃不過她的耳朵。即使睡著一下，不久又醒來了。她常常擔心錢的問題，也害怕失眠會影響第二天的工作。白天，她覺得所有的氣力像被抽乾了一樣，覺得好累。到了晚上，她又一直想東想西，不能入睡。後來，她接受失眠治療。治療師要她追蹤每晚真正入睡的時間。結果發現，她每晚睡著的時間平均只有一百二十四分鐘。

你的睡眠充足嗎？睡眠研究人員常用的一個快速評估法，就是請你問自己：白天是否會想睡？如果你會想睡，就需要更多的睡眠，即使你睡眠不足的情況不像瑪莉亞那麼嚴重。

更好的測試方式則是問自己，是否會在看電視或看電影時，不知不覺睡著了，或是在坐車時睡著。很多人都沒睡飽，原因可能是睡眠障礙、太忙、或是染上和作息有關的睡眠問題。根據美國全國睡

眠協會在2014年發表的睡眠健康指數，45%的美國人陳述，他們在受訪前一週，至少有一天的白天活動因為睡眠品質不好或睡眠不足，而受到影響。¹

端粒也需要睡眠。我們現在已經知道，對所有成年人來說，充足的睡眠對於端粒的健康很重要。慢性失眠會使端粒變短，特別是七十歲以上的人（參看圖18）。² 我們將在本章說明，為何良好的睡眠能保護端粒，減少某些老化效應的衝擊，並調節你的食欲，以及使你在充滿壓力的回憶湧上心頭時，不會那麼痛苦。我們會介紹幫助你得到更多睡眠的最新技術，也會告訴你，如果真的睡不著，如何才能覺得舒服一點。

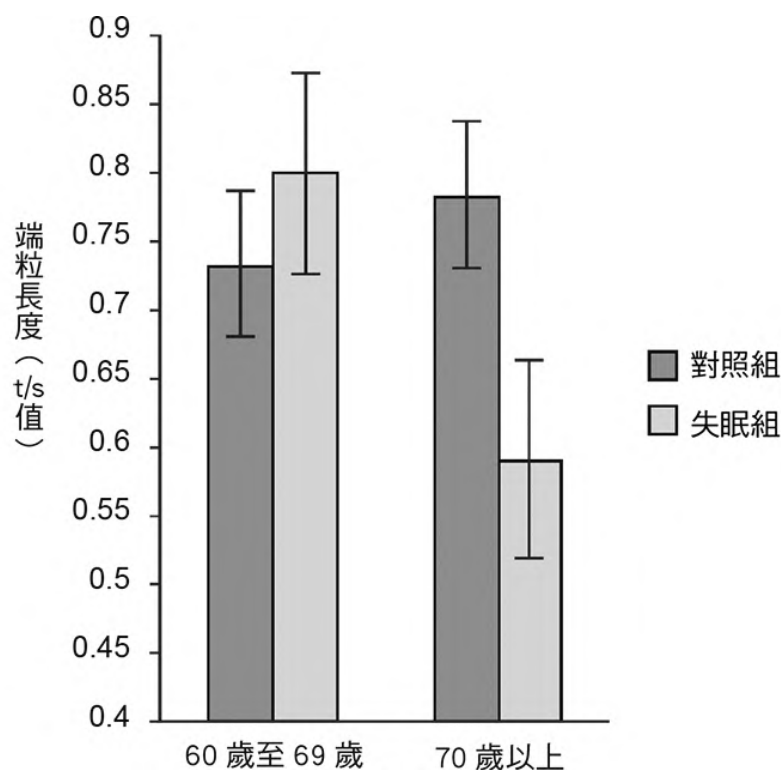


圖18 端粒長度與失眠的關聯

在60歲至88歲的人當中，只有70歲以上的人，端粒長度明顯受到失眠的影響。此圖縱軸的端粒長度，是指周邊血液單核細胞的端粒平均長度。

睡眠是恢復力效果最佳的「活動」

我們通常不會把睡眠當成一項「活動」，但睡眠確實是活動。其實，睡眠是你能做的、恢復力效果最佳的活動。你需要這段休養生息的時間，來調整體內的生物時鐘、調節食欲，使回憶得以療傷止痛，並且改善自己的情緒。

設定你的生物時鐘

早上起床的時候，你是否覺得很難受？

到了上床睡覺的時候，你是否還很清醒？

你是否在奇怪的時刻覺得肚子餓？

如果你至少有一個答案是「是」，或是你的身體對時間無感，那很可能是你腦部中的視神經交叉上核（suprachiasmatic nucleus, SCN，簡稱視叉上核）有點失調。³ 視叉上核只有五萬個細胞，像一個小小的蛋窩在視丘中。但是你別以為視叉上核很小，就覺得這個部位不重要。視叉上核是生理時鐘控制中樞，它會告訴你何時覺得疲勞、何時該警醒、何時覺得餓，它也會告訴細胞每晚執行垃圾清理工作、清除受損的胞器、修補DNA。⁴ 如果視叉上核運作良好，你就有更多的精力，晚上能睡得更好，得到充分的休息，細胞的效能也能變得更好。

視叉上核非常敏感，就像精工打造的時鐘。你必須給它訊息，它才能精準調校。光的訊號經由神經直接傳輸到視叉上核，使視叉上核得以設定白天和夜晚的週期。白天的光線和夜晚的黑暗能使視叉上核準時運作。如果你希望三餐和睡眠時間都很規律，就必須給視叉上核訊息，使它在白天抑制睡眠驅動力，到了晚上再釋放出來。

睡眠品質能控制你的食欲

你的身體也需要快速動眼期（rapid eye movement, REM）的深層睡眠，來恢復活力、調節食欲。（顧名思義，在快速動眼期的階段，

眼球會快速小角度轉動，心跳和呼吸也會加快。夢境通常發生在這個階段。)

在快速動眼期的睡眠中，皮質醇的分泌會受到抑制，你的新陳代謝率也變得比較高。如果你睡得不好，下半夜的快速動眼期就變得很短，身體的皮質醇和胰島素濃度將上升，會刺激食欲、並使胰島素抵抗增加。簡單說，睡不好會使你暫時處於糖尿病前期的狀態。研究顯示，如果晚上睡眠時間很短或是快速動眼期不夠長，到了第二天下午或晚上，皮質醇濃度則會變高，調節食欲的荷爾蒙和胜肽產生變化，使你的飢餓感變得強烈。⁵

睡眠能增強記憶力、降低負面情緒

加州大學柏克萊分校的睡眠研究人員沃克（Matt Walker）說道：「睡眠讓我們記憶力變強，也能使我們遺忘。」如果睡得好，就能增進學習能力和記憶力。疲憊不堪的人很難集中注意力，也無法吸收新訊息。此外，睡眠能使腦部細胞產生新的連結，這表示你仍在學習，而且把你學到的東西變成牢固的記憶。

有些回憶是痛苦的。睡眠有一種療癒力，能應付這樣的回憶，減少這種回憶對情感的衝擊。沃克也發現，這樣的作用大抵發生在快速動眼期的睡眠——在這個階段，大腦會拒絕接收某些化學物質，讓你的情緒得以和痛苦的回憶分離。久而久之，在你想起這段痛苦的回憶時，就不會有身心俱裂之感。⁶

當然，我們也需要睡眠來進行心靈大掃除，轉換情緒。如果你不知道睡不好是否會讓你變得易怒，問問你的家人或同事就知道了。他們可以馬上告訴你答案。如果睡不好，你的生理和心理壓力反應都會增大。⁷ 你甚至會容易頭暈眼花或是傻笑。⁸ 睡眠剝奪也會使所有的情感變得強烈。或許這就是為何，瑪莉亞因為失眠變得神經兮兮。

你的端粒需要幾個小時的睡眠？

科學家已經了解，睡眠對心靈、陳新代謝和心情非常重要，現在已逐漸把端粒長度的測量，納入睡眠研究當中。他們研究不同地區的人，看睡眠時間長短對端粒有何影響。結果發現：睡眠時間愈長，端粒也愈長。

如果每天至少能睡七個小時，端粒則比較長，中老年人特別是如此。⁹ 根據著名的英國白廳研究（Whitehall study），每晚睡眠時間幾乎少於五小時的男性，要比睡眠時間超過七小時者，端粒比較短。¹⁰ 白廳研究是英國自1960年代起，針對公務員進行的一系列研究。這項研究已調整了其他因素，如社經地位、肥胖和憂鬱症。因此，要維護端粒健康，似乎至少要睡七個小時，少於七小時，端粒就會受損。

只有極少數的人（人口當中的5%），每天只需要睡五或六個小時。此外，如果你每晚都得睡八、九個小時，也不必勉強自己只睡七個小時，再多睡個一、兩小時也無妨。關於睡眠，請記住一個經驗法則：如果你白天想睡，表示你晚上需要多睡一點。

不只是睡眠長度，睡眠品質和睡眠節律也很重要

雖然你已設定目標，決心每晚睡七小時，但我們要告訴你：還是盡量不要太執著於睡眠時間的長度。請先回想一下，過去這一個星期你睡得如何。你如何評定自己的睡眠品質？非常好？還好？很差？或是非常糟？答案和你的端粒健康息息相關。愈接近「非常好」，你的端粒可能就愈健康。有幾項研究發現，睡眠品質良好的人，端粒也比較長。

等我們年紀大了，一夜好眠似乎特別有保護身體之效。年齡漸增後，端粒會自然衰退，但睡眠充足能減緩端粒衰退的步調。有一項研

究發現，如果睡眠品質好，年齡則與短端粒無關。¹² 如果幾十年下來，睡眠品質都很良好，端粒長度就能保持穩定。

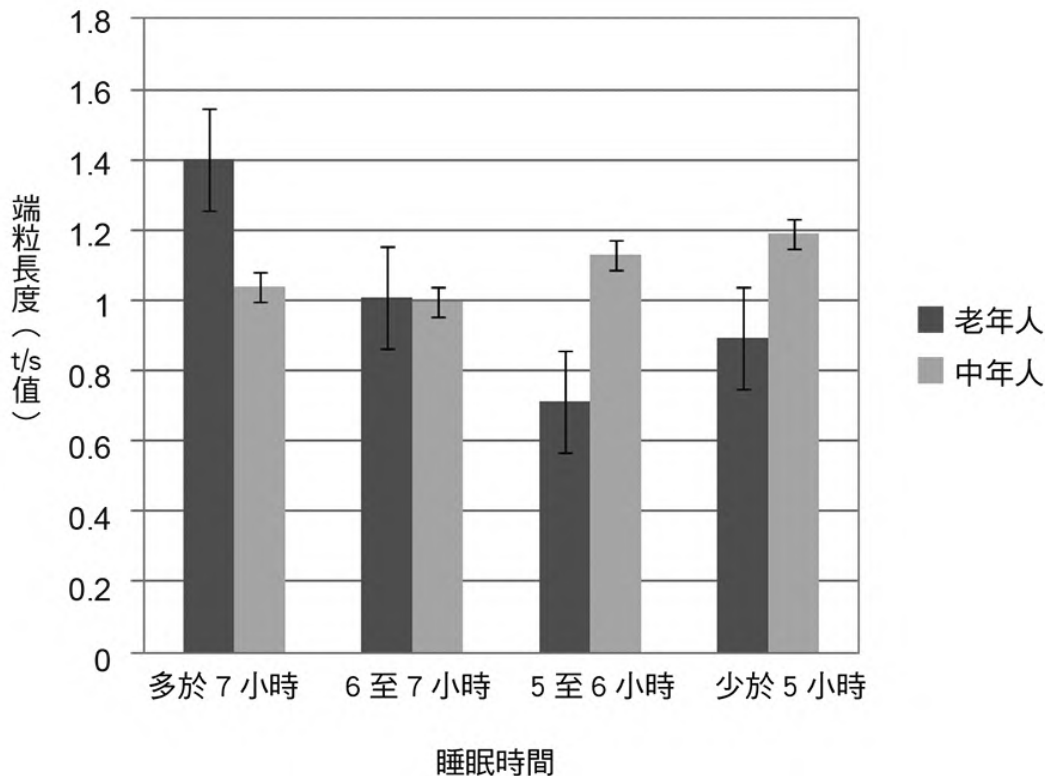


圖19 端粒長度與睡眠時間的關聯

每晚只需睡五、六個小時的老年人，端粒較短。如果能睡七個小時以上，端粒長度就跟中年人差不多。¹¹

良好的睡眠品質能保護免疫系統中的CD8細胞。這些細胞年輕時，能攻擊病毒、細菌等外來入侵者。如果你的身體有免疫細胞組成的大軍保護，包括CD8細胞，就能隨時抵禦威脅，你幾乎感覺不到有什麼狀況。這是因為免疫細胞已包圍、殲滅入侵者。CD8細胞就是這個強大防禦系統的一部分。

然而，如果CD8細胞的端粒縮短、老化，就比較難對抗血流中的異物。這就是為何CD8細胞端粒較短的人比較容易感冒。正如前述，CD8細胞端粒短的人，長期下來也可能引發全身性發炎。加州大學舊金山分校睡眠研究人員普拉瑟（Aric Prather）發現，自評睡眠品質不

良的女性，CD8細胞端粒較短。白天睡太多也是短端粒的預測因子。壓力大的女性最容易因為睡眠品質不良，而受到影響。¹³

除了睡眠長度和睡眠品質，睡眠節律也很重要——也就是定時上床、起床，因為這關乎細胞調節端粒酶的能力。曾有研究人員去除小鼠的「時鐘基因」（clock gene），發現正常小鼠早上的端粒酶較高，夜晚端粒酶較低，而沒有時鐘基因的小鼠，則端粒酶沒有這樣的晝夜節律，端粒也變短了。同樣的研究人員再以違反生理時鐘的夜班工作人員做為研究對象，發現值夜班的急診科醫師的端粒酶，也沒有正常的晝夜節律。¹⁴ 雖然這只是一項小型研究，但已證明良好的睡眠節律可以幫助端粒酶維持正常節律，使受損端粒得以修復、延長。

認知行為療法，可解決睡眠問題

我們必須相信睡眠對健康很重要，但瑪莉亞沒有這樣的認知。在健康惡化的情況下，她只好去一家診所嘗試一種新的睡眠療法。

每一個失眠的人，都知道這樣的滋味：覺醒、精神亢奮、難以入睡；努力想要睡著，但就是睡不著；一直回想過去的事或是擔心未來的事而不能入睡。如果要睡著，身心都需要有安穩的感覺。只是到了夜深人靜之時，小小的憂慮常會變為恐怖的威脅。大禍臨頭之感讓你喘不過氣來，更別提安心睡覺了。筆者（伊麗莎）的父親常說，這些威脅不過是「暗夜裡的惡魔」，天光到來，就無影無蹤了。他說得沒錯。白天可以解決的憂慮和問題，到了深夜，經過不停的反芻，就會變成一連串的災難，在你心頭不斷重播。

棘手的是，更深一層的憂慮會應運而生，包括擔憂失眠及失眠後的影響。例如下列想法：

- 「今晚睡不好，明天就完蛋了。」

- 「我的枕邊人睡得好香，我也應該可以。」
- 「我明天看起來，八成像鬼一樣。」
- 「我要崩潰了！」

這些想法不但會你出現負面情緒，對明天悲觀，往壞的地方想，更會把你推向失眠的深淵。

要跳脫這樣的想法，其中一個做法是直接面對。就像暗夜惡魔不敵光天化日，把這些有關失眠的想法攤開來看，就不會那麼可怕了。暗夜惡魔就是所謂的「認知扭曲」，大部分都不是事實。你可以用比較正確的敘述，來挑戰這些想法：

- 「因為睡不好，明天我的表現可能不如平常，但我還是可以把該做的事做好。」
- 「每一個人的睡眠需求都不一樣，不能一概而論。」
- 「我看起來不錯，」或是「有化妝就沒問題了。」
- 「我一定沒問題的！」

瑪莉亞參加的睡眠改善計畫，就是由美國西北大學醫學院的王傑森（Jason Ong，音譯）教授主持的。至今，已知對失眠最好的治療，就是認知行為療法，主要是挑戰你對失眠的想法。王教授還發現，睡眠治療師挑戰病人的思維時，有些病人會有一點受到威嚇的感覺，好像他們必須依照治療師說的方式去思考，或是覺得他們和治療師像是辯論賽的正反方。

病人在王教授的工作坊，練習良好的睡眠行為，例如：如果睡不著就不要躺在床上，要每天早上在同一個時刻起床，以及不要在白天補眠等。很多醫師也都會要求病人這麼做。但王教授工作坊的治療師不會教病人改變思想方式，而是鼓勵他們像旁觀者一樣，觀看自己的

思維。這也是正念的做法。像瑪莉亞這樣的病人，在工作坊學習了幾種不同的冥想，包括移動冥想（例如慢慢往前走，注意自己踏出的每一步）和比較傳統的冥想（靜坐、注意呼吸等）。治療師也鼓勵病人接受自己關於失眠的想法，然後讓這些想法自然消失。冥想不是為了培養睡意，而是為了覺察更深一層的焦慮或擔憂（也就是失眠的副作用），進而消除這樣的想法。

要改變你和思想的關係，需要時間。瑪莉亞參加這個冥想計畫，但六個星期後，仍看不到什麼成效，不由得心灰意冷。她說：「我在冥想的時候，已盡力淨化我的心。有時，心裡可以空無一物，然而，之後那些念頭又回來了。」

王教授建議瑪莉亞不要刻意去控制自己的想法，請她試著讓那些想法來來去去。王教授解釋道：「不要一直想要控制那些想法，強迫那些思想往某個方法走，試著放手看看吧。」

瑪莉亞考慮之後，試著用這種新的、順其自然的方式來冥想。接下來的那個星期，她的焦慮就變少了，覺得睡覺不再那麼辛苦。再次參加工作坊時，她發現自己比較能夠放鬆。她說：「長久以來，為了能夠好睡，我一直努力消除自己的一些想法。沒想到，一旦我放棄這麼做，似乎睡得更好。」再過幾個星期，她的平均睡眠時間幾乎已是原來的兩倍了——儘管還未完全解決失眠問題，但已有很大的進步。治療師預測，如果她能繼續練習正念冥想，應該會有更大的收穫。¹⁵

王教授以對照實驗，測試過這種以正念為基礎的八週失眠療法。其中的對照組只是寫下每晚睡眠時間和警醒的程度。接受治療的實驗組在六個月內，失眠的情況大有改善，80%的人都能睡得更好了。¹⁶

一夜好眠的新策略

如果沒有慢性失眠的問題，只是想睡得更好、更飽呢？下面是可參考的建議。

給自己一段睡前的過渡時間

你的心靈不是汽車引擎，無法一直全速運轉，忙著工作、運動、做家事、照顧孩子，到了就寢時間，只消把引擎關掉，就能馬上呼呼大睡。從生物學的角度，你的大腦比較像是飛機。你需要緩慢下降，輕柔的降落在夢鄉。因此，在工作和睡眠之間，給自己一段過渡時間進行睡眠程序或儀式，讓自己漸漸放鬆、平靜。過渡時間愈平順，著陸時就愈平穩、舒適。

即使這段時間只有五分鐘，也能有很好的效果。就從放下3C電子產品開始做起吧。把你的手機關機或是切換到飛行模式，讓你的身體暫時放空，不必立即反應。你甚至可以把手機放在另一個房間。如果你把手機、iPad等有螢幕的電子產品擺在一旁，就能減少壓力源，午夜夢迴之時，才不會陷入憂慮狀態。

人到了晚上常會反芻，為明天的事擔憂個沒完，心靈的螢幕一直播放令人憂心的戲碼。（下一段，你也將發現，電子產品螢幕散發的藍光也會影響你的睡眠。）你雖然關不掉心靈螢幕，但把手機、iPad的螢幕關上或關機後，就可準備進入睡前的過渡時間。你可以靜靜做你喜歡的事，不是為了入睡，只是讓你自己覺得平靜、舒適，像是看書、打毛線或是畫著色畫。你還可聽冥想音樂或可舒緩壓力的音樂。

關掉藍光螢幕，阻絕各種光線

手機、平板電腦等3C電子產品，是否總是跟你上床？這些電子產品螢幕的藍光，會壓抑睡眠荷爾蒙褪黑激素的分泌。睡眠研究人員塞斯勒（Charles Czeisler）等人發現，與看紙書的人相比，在睡前看電

子書的人，分泌的褪黑激素少了50%。¹⁷ 看電子書的人要花較多的時間才能入睡，快速動眼期較短，早上也比較精神不濟。

因此，你最好在睡前一小時，盡可能遠離電子產品的螢幕。如果做不到，則可考慮用小一點的螢幕，放在離眼睛較遠的地方，以減少暴露在藍光之下的時間。筆者（伊莉莎白）使用一種名叫f.lux的免費藍光過濾軟體，螢幕色溫可隨日出、日落時間自動調節，到了晚上，螢幕就會漸漸變成柔和的黃光，白天則回復正常亮度。

你可從<https://justgetflux.com>下載這款軟體。蘋果產品從iOS 9.3開始，也有抗藍光的夜間模式，能把螢幕調為黃光。

其實，所有光線都會抑制褪黑激素，因此盡可能在黑暗中睡覺。在你躺床上準備睡覺時，請看看四周。有任何地方發光嗎？盡可能不要讓光線從窗戶透進來，也別使用會發光的數位時鐘。戴上眼罩，讓你的褪黑激素好好分泌吧。

設法隔離噪音

每個人的睡眠設定都不相同。有人再吵都睡得著，有人就是無法容忍一丁點的噪音。腦波圖呈紡錘波的人，晚上睡覺似乎比較不怕噪音干擾。¹⁸ 至於其他人，聽到汽車喇叭聲或是警笛聲，都可能會心跳加快，致使睡眠週期受到影響。¹⁹ 如果你對周圍環境很敏感，就得設法控制環境中會干擾你的種種因素，才能有安全感，睡得深沉。例如你可使用耳塞來對抗噪音。

定時吃飯、規律作息

你的視叉上核，也就是大腦裡的時鐘，會調節晝夜節律。如果你能定時吃飯，準時上床睡覺，更是大有幫助。這樣的規律作息，能使大腦知道何時該分泌褪黑激素，幫你的細胞知道何時該修補DNA、並

執行其他恢復功能。規律飲食、睡眠充足，也能增強身體組織對胰島素的敏感性，提高脂肪燃燒效率。

不要拖延上床睡覺的時間

我們可以預期，在人生的某些階段很容易睡不好，像是寶寶剛出生的時候、枕邊人鼾聲大作、陷入憂鬱、壓力很大的時候、更年期熱潮紅、或是因為上了年紀睡眠功能出現變化。這些問題都是暫時的，過了一段時間就好了。但今天睡眠不足的現象不是上述事件引發的，而是「自發性睡眠縮減」，也就是睡眠拖延，一直拖延上床睡覺的時間。

筆者（伊麗莎）第一次聽到「自發性睡眠縮減」這樣的名詞，當下的反應是：「我才不願意減少睡眠；我是因為太忙，有太多事要做，才會晚睡。」

先別急著為自己辯駁，你得提醒自己：睡眠不足不是為自己找藉口、推卸責任，就可以解決的。其實，人生在世，常有身不由己的感覺，只有少數幾件事自己可以控制，睡眠就是其中之一，除非你是新手父母或是必須承擔照護責任。因此，好好利用這難得的掌控力，敦促自己早點上床睡覺吧。（請注意，如嚴重失眠以及和年紀有關的睡眠障礙，早睡就沒有多大幫助，在床上翻來覆去的時間，將會變得更長。）

應治好睡眠呼吸中止症和打鼾

成人嚴重睡眠呼吸中止症，和端粒較短有關。²⁰ 若病人是孕婦，也可能使胎兒的端粒受到影響。有一項研究請孕婦接受睡眠評量，發現其中的30%有睡眠中止症的症狀。這些孕婦的寶寶出生後，臍帶血中的端粒也比較短。²¹

打鼾也是。根據韓國一項大型研究，打鼾的時間愈長，端粒就會變得愈短。²² 如果你懷疑你有睡眠中止症，請到醫院接受檢查。如果確診，可以利用最新的療法來解決問題。新療法要比傳統的CPAP來得有效。（譯注：CPAP是continuous positive airway pressure的縮寫，中文名稱是「持續正壓呼吸輔助裝置」。這種呼吸輔助裝置是把連結機器的口罩覆蓋在口鼻，然後從機器輸送加壓的空氣到鼻腔，把氣管打開。）

睡眠也需要群策群力

在你認識的人當中，你一眼就可看出哪些人平常都睡很飽。他們眼神明亮，皮膚有光澤，不會經常抱怨自己有多累，不會在奇怪的時間肚子餓，也不會手裡老拿著一大杯星巴克咖啡。

為什麼他們能睡得這麼好，我們卻常常睡不好？關鍵之一或許是有人鼓勵，譬如：配偶或家人建議把手機放在廚房充電；也許他們的同事從來不會在晚上十點之後，還寄緊急電子郵件來；可能他們的孩子上床後就乖乖睡覺，不會吵人。

我們要強調的是，有時睡眠很容易受到別人的影響。因此，我們必須互相幫忙，盡可能不要拖延上床睡覺的時間，早點睡，不要深夜還埋首於工作之中。有句話說，你想要看到這個世界有什麼改變，就從自己做起。

請和你的枕邊人約定，每晚留幾分鐘擺脫壓力，進入睡前的過渡時間。和同事說好，不要深夜傳訊（如果你一定得在晚上寫好簡訊，那就先儲存在草稿檔案夾中，明早再寄出）。另外，與其警告你的小孩不要在凌晨兩點因為做惡夢，吵得全家雞犬不寧，不如自己先養成良好的睡眠習慣，立下模範給孩子看。

端粒健康竅門

- 睡眠充足的話，比較不容易覺得餓，情緒會比較穩定，受損的端粒鹼基對也比較少。
- 為了維護端粒健康，一天至少要睡七個小時。有很多方法可增進睡眠品質，簡單如把3C電子產品放在臥室外——雖然對某些人來說，這點還是很難。
- 改善睡眠呼吸中止症、打鼾和失眠。很多中老年人都有這樣的睡眠障礙。如果失眠，試著安慰自己，緩和憂心和焦慮。萬一失眠嚴重，認知行為療法可能會有幫助。

逆齡實驗室

助你好眠的五個習慣

為了一夜好眠，你必須在臥室營造寧靜的氣氛。你可以把第二天要做的事，先安排一下，列出清單，然後擺在一邊。如此一來，就能以較平靜的心情面對明天，不會一直處於警醒和預期的模式中，腦筋依然不停打轉。

下面介紹的五個習慣，能使你在睡前覺得非常平靜、放鬆。

一、花五分鐘在睡前過渡時間

你可練習深呼吸、冥想或看書。睡前看書，可使躁動的心平靜，變得專注。把注意力的焦點從自身轉移到書上的內容，能使你的心靜下來——當然，不能看情節太緊張刺激的書。

二、聽輕柔舒緩的音樂

舒緩的音樂，可安撫神經系統和心靈，讓人進入休息狀態。串流音樂平臺Spotify有很多睡前曲目，可供選擇。喜歡古典音樂的人，可以聽舒眠巴哈音樂選輯（Bedtime Bach）；愛好新世紀音樂的人，則可聽最佳身心靈放鬆音樂（Best Relaxing Spa Music）。在「睡眠」類別中的音樂，還有很多可以選擇的。如果喜歡大自然的聲音，則可伴隨濤聲入眠，例如聽〈海之夢〉（Sleep: Into the Ocean）。

三、營造放鬆的心情和氣氛

可用精油、香氛蠟燭，並把燈光調暗。如果環境寧靜舒適，身心就容易得到撫慰，覺得放鬆、愉悅。像薰衣草、雪松或檀香的氣味，

對全身系統和大腦都有舒緩之效。慢慢把燈光調暗，然後把所有的燈都關掉。在黑暗中比較容易入睡。

四、上床前一小時，泡一杯溫熱的花草茶

溫暖芳香的茶水能幫助你放鬆。你可在茶中放洋甘菊、薰衣草、玫瑰花瓣，加上一小片新鮮檸檬或薑。不要喝完茶就立刻上床，否則半夜可能必須起身如廁。

五、做睡前伸展運動或柔和的瑜珈動作

簡單的頭頸部旋轉，有助於消除一天的緊張和焦慮。你也可在床上或瑜珈墊上，做這套睡前瑜珈：

輕輕轉動你的頭和脖子：以順時鐘方向慢慢的、輕輕的轉動你的頭和脖子，一邊深呼吸。特別專注在吐氣上，以解除這一天累積在身上的壓力。一分鐘後，再以逆時鐘的方向，慢慢旋轉一分鐘。

前彎：脊椎挺直、坐好，雙腳往前伸直，和床墊或瑜珈墊平行。在這裡停住，深深吸一口氣，然後一面呼氣，一面往前彎，手伸向腳尖的方向——你可把手放在小腿上、或大腿兩側、或碰觸腳尖。一邊深呼吸，一邊前彎，至少做三次。做得差不多之後，再把脊椎挺直，回到起點。

嬰兒式：瑜珈嬰兒式是模擬胎兒在子宮裡的姿態（參看圖20）。嬰兒式是傳統瑜珈的休息體位，能使你的身體和大腦徹底放鬆。一開始，請跪坐在後腳跟，深深吸一口氣，吐氣時，身體前彎，頭靠在墊子上，感覺頭部和軀幹有良好的支撐。接下來幾分鐘，都保持這樣的姿勢，一邊深呼吸。差不多之後，再回到跪坐的姿勢。

好了，現在你可進入甜美的夢鄉了。

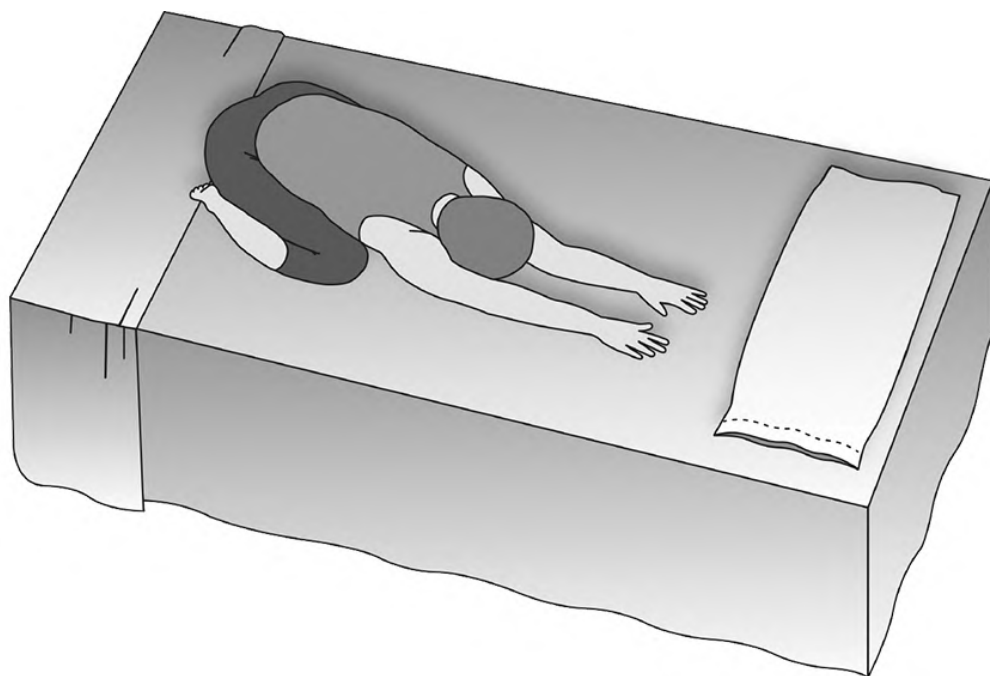


圖20 瑜珈嬰兒式

第9章

何者有益端粒：減重？還是健康的新陳代謝？

其實，你的端粒沒有你想像的那麼在乎體重。

對端粒而言，真正重要的是代謝健康。

胰島素阻抗和腹部脂肪才是你的頭號敵人，而不是你體重增加了幾公斤。

飲食會影響端粒，好的飲食能使你健康，不好的飲食則會讓人生病。

筆者（伊麗莎）的朋友彼得是遺傳學研究員，也是鐵人三項運動的好手。他是身材魁梧、肌肉發達的帥哥，每日體能鍛練讓他容光煥發。彼得可說是個大食怪，每天都在跟自己的意志力苦戰，以阻止自己吃太多。我曾花很多時間研究進食心理學，因此請他描述一下，阻止自己吃東西有多辛苦：

「我應該是狩獵－採集高手。只要一秒，我就可以嗅出哪裡有吃的，特別是甜食。我們辦公室流傳一個笑話：食物在哪裡，彼得就在那裡。我知道大家存放食物的地方——有位女同事定期把她的糖果罐裝滿，另一位則把食物放在她辦公室附近的櫃檯，還有很多人會把點心、派對吃剩的、或是孩子從萬聖節要來的糖果，放在廚房桌子上。

「我會盡量把視線從食物上移開。例如，我碰到上司，發現她手裡捧著一碗糖果。我該好好聽她說話，但我就是一直想，別看那碗糖果。如果要去洗手間，我會刻意選擇離廚房比較遠的路徑。但是我要去尿尿了，還是一直想著食物：我是不是該去廚房看看那裡有沒有吃的？還是我該有種一點，避開廚房？每次我離開座位，都得為這樣的問題苦思。如果我不克制自己，就會不自覺的走向有食物的地方。

「我也曾打定主意，想要吃得健康一點。有一陣子，我常帶一盒健康的沙拉去上班。到了辦公室之後，我就放在廚房的冰箱。到了中午吃飯時間，我要去廚房拿沙拉，不知道誰在廚房桌上放了一條香甜誘人的磅蛋糕。結果，我吃了一磅的蛋糕，把冰箱裡的沙拉忘得一乾二淨。這磅蛋糕真是邪惡，教人不知不覺吃下一磅，不知是不是因為這樣才叫磅蛋糕？」

彼得發現，老是想著食物，實在很苦，若要減肥，則是更艱難的挑戰。像彼得這樣為減肥、飲食和壓力掙扎的人很多。然而，我們要告訴他們一個令人振奮的消息：不必一天到晚為了食物苦惱，擔心攝取太多卡路里，為了體重斤斤計較。因為你的端粒並不像你想的那樣在意體重。

健康剋星是你的大肚腩，不是BMI

吃太多會使端粒縮短嗎？簡單回答，答案是：會。

體重過重對端粒確實有影響，但是體重與端粒的關聯，不像憂鬱症和端粒那樣明顯（比起體重過重，憂鬱症對端粒造成的影響要大上三倍）。¹ 因此，體重的影響很小，可能不能算有直接的因果關係。

對彼得這樣努力約束自己、想要少吃一點的人來說，這個發現或許讓他們覺得意外。很多人認為目前最急迫的公衛目標就是減重。他們若是知道體重過重（非病態肥胖）對端粒沒多大的影響，或許會有點震驚。

體重過重也不會增加死亡風險。這是因為衡量健康最重要的標準是你新陳代謝的情況，不是體重。² 研究病態肥胖的人，大都依靠BMI，也就是「身體質量指數」——體重（公斤）除以身高（公尺）的平方。但我們無法從BMI得知自己身上有多少肌肉，有多少體脂肪，也不知脂肪囤積在哪裡。四肢多肌肉，儲存在皮下的脂肪甚至有

保護作用；然而堆積在腹部、肝臟或其他臟器的脂肪，則大有不同，會帶來真正的威脅。我們將告訴你，代謝健康不佳會如何，並且解釋為什麼節食無法使你更健康。

從小到大，莎拉的食量一直讓家人和朋友驚異。莎拉說：「放學後，我會先吃個義式潛艇堡當點心，再喝下兩杯加糖冰茶，而且不會胖。」上了中學和大學，她一樣吃得很盡興，直到二十歲出頭，身材依然纖瘦。可惜好景不常。儘管她吃一樣的東西，運動量也和過去差不多（都很少），三十歲過後卻開始變得臃腫。她的上半身不胖，腿也很細，腰圍則愈來愈大。莎拉說：「我就像一根細細的義大利麵，中間串了顆肉丸。」這樣的體態讓莎拉憂心忡忡，因為她的父母都因壞膽固醇（容易沉積在血管的低密度膽固醇）太高，必須每天服藥。三十歲以前，莎拉怎麼吃都不會胖，也不怎麼運動，一直覺得自己很健康；現在，她擔心就要跟父母一樣，去藥局排隊拿藥。

莎拉確實應該擔心，但是她的問題不只是膽固醇太高。從她的體態來看：四肢纖細、肚子大，這種蘋果型身材顯然代表代謝不良。這和體重無關。即使莎拉BMI正常，她的腰圍仍大於臀圍。

我們說一個人代謝不良，通常是指此人有好幾個健康危險因子：腹部脂肪、膽固醇太高、高血壓和胰島素阻抗。只要你有上述三種或更多危險因子，就有代謝症候群——也就是得心臟病、癌症和糖尿病的前兆。糖尿病已是二十一世紀最重大的健康威脅。

腹部脂肪過多——導致胰島素阻抗和第二型糖尿病

糖尿病是全球公衛危機。血糖長期控制不良，可能會引發許許多多的病變，包括心臟病、中風、失明、血管問題，甚至可能因足部潰瘍、壞疽，而面臨截肢。全世界約有三億八千七百萬人罹患糖尿病，

約當全球人口數的9%，包括德國七百三十萬人、英國二百四十萬人、墨西哥九百萬人，美國的糖尿病人更多達二千五百八十萬人。

第二型的糖尿病是怎麼發展出來的呢？如果一個人身體健康，消化系統就會把食物分解成葡萄糖。胰臟的 β 細胞會製造一種荷爾蒙，也就是胰島素，將其釋放到血流中，使葡萄糖得以進入細胞，做為燃料。如果這個系統沒有問題，胰島素就會和細胞的接受器結合，就像把正確的鑰匙插入鎖頭，門開了，葡萄糖就能進入身體細胞。但是如果腹部脂肪或肝脂肪太多，身體就會出現胰島素阻抗，也就是細胞對胰島素的反應不良。細胞的「鎖頭」（胰島素接受器）就像卡住了，門打不開，葡萄糖就很難進到細胞之內。無法進入細胞的葡萄糖，只好滯留在血流中。儘管你的胰臟分泌愈來愈多的胰島素，葡萄糖還是堆積在血液裡。

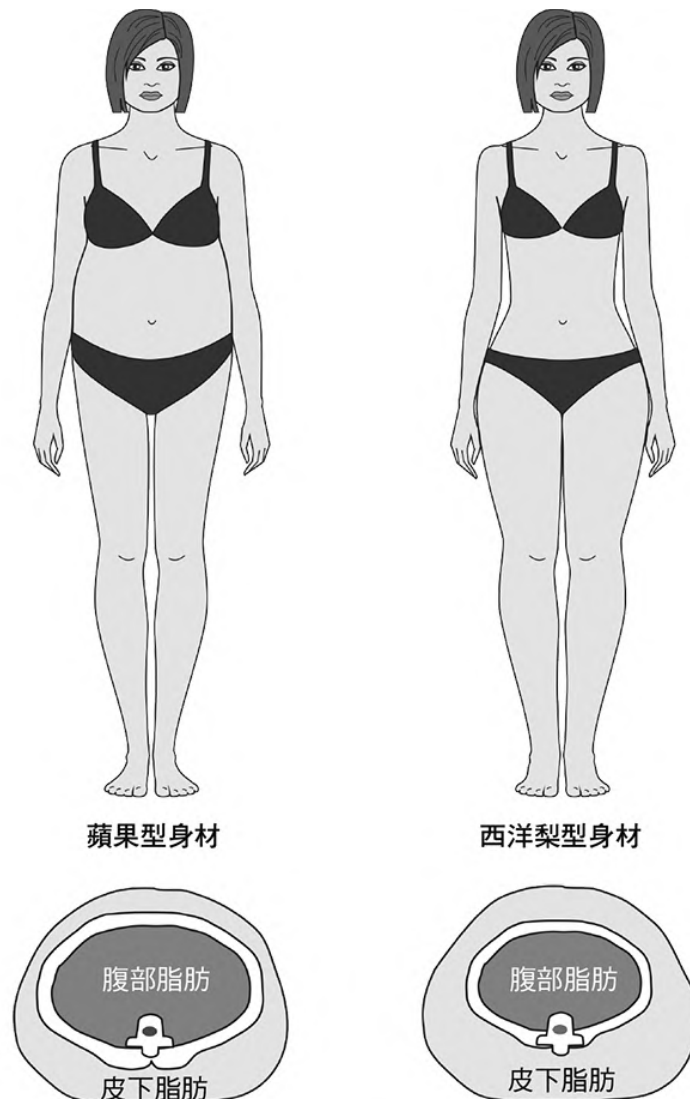


圖22 端粒與腹部脂肪的關聯

左右對照，你就可了解：腰部堆積過多的脂肪，就會形成蘋果型身材（腰臀比較大，且腰比臀大）。至於西洋梨型身材，則是腰比臀小。如果皮下脂肪多分布於皮膚和四肢底下，健康風險較少。腹內脂肪太多，就會有代謝問題，血糖控制差或有胰島素阻抗。有一項研究顯示，腰臀比較大的人，在五年內端粒縮短的風險高達40%。³

第一型糖尿病則是胰臟的 β 細胞出了問題，無法產生足夠的胰島素，就可能出現代謝症候群。如果你的身體不能把葡萄糖控制在正常範圍內，就會罹患糖尿病。

腹部脂肪多的人，為什麼會產生胰島素阻抗、容易得糖尿病？營養不良、久坐不動和壓力，都會造成腹部脂肪堆積過多，也會使血糖

較高。腹部脂肪多的人，在五年內會有端粒縮短的風險⁵，而端粒縮短也可能使胰島素阻抗的問題更加嚴重。

丹麥有一項研究是以三百三十八對雙胞胎為研究對象，發現可藉由短端粒來預測在未來的十二年中，胰島素阻抗增加的情況。雙胞胎當中，端粒較短的人，胰島素阻抗也比較大。⁶

研究人員已發現，短端粒和糖尿病確實有關聯。患有遺傳性短端粒症候群的人，要比其他人更容易得糖尿病，而且往往很早就發病。基於種種原因，美洲原住民罹患糖尿病的風險較高。研究人員發現，和其他長端粒的族裔相比，端粒短的美洲原住民在五年內得糖尿病的機率，要多上兩倍。⁷ 根據一項統合分析（研究對象總計多達七千人左右），血液細胞的端粒較短者，將來很可能會得糖尿病。⁸

我們可以從一項研究看看糖尿病的生成機制，以及胰臟究竟出了什麼問題。亞曼尼歐斯（Mary Armanios）及同事發現，因基因突變而全身端粒變短的小鼠，胰臟β細胞無法分泌胰島素。⁹ 就連胰臟的幹細胞也都耗盡。牠們的端粒短得不能再短了，胰臟β細胞受損後，就無法補充新細胞，胰島素的分泌與調節就出了問題。胰臟β細胞死傷甚多，就會演變成第一型糖尿病。

第二型糖尿病要比第一型來得普遍。有些第二型糖尿病人的胰臟β細胞也會出現功能障礙，這樣的病變和胰臟細胞端粒變短有關。

如果是健康的人，腹部脂肪也能透過我們的宿敵——慢性發炎，而發展成糖尿病。腹部脂肪要比身體其他部位的脂肪（如大腿）更容易引起發炎反應。脂肪細胞會分泌促發炎物質，破壞免疫細胞，使這些免疫細胞衰老、端粒變短。（當然，衰老細胞的一個重要特徵就是會一直發送助長發炎的訊號，於是成了惡性循環。）

如果你的腹部脂肪過多（在美國，半數以上的成人皆是如此），你或許想知道有何自保之道，以免身體受到發炎、端粒變短和代謝症

候群的侵害。在你打算用節食的方式減少腹部脂肪之前，請先看完本章其餘的部分。節食不但可能沒幫助，反而使情況變得更糟。

沒關係，還有其他方式可以改善代謝健康。請參看我們的建議。

增進代謝健康，比減重更重要

節食、端粒與代謝健康，三者互有關聯。儘管這三個因素都和體重有關，但非常複雜。下面是有關減重和端粒研究的一些結果：

- 減重能減緩端粒正常耗損的速率。
- 減重對端粒沒有影響。
- 減重有助於端粒變長。
- 減重會使端粒變短。

這些結果相互矛盾，教人無所適從。（最後一個研究結果，是以接受胃繞道手術的病人為研究對象，發現他們在手術一年後，端粒變短了。這樣的影響或許源於手術對身體造成的壓力。）¹⁰

由於結果好壞參半，可見體重真的不是重點。減重只是約略代表代謝健康有改善。腹部脂肪減少也是好的代謝變化。體重變輕了，意謂你那圓滾滾像蘋果的肚子，也小了一點點，特別是：你是因為運動而變輕，並非減少卡路里的攝取量。減重帶來的另一個好的變化，是改善胰島素阻抗。有一項研究追蹤受試者長達十到十二年，發現受試者如果體重增加，端粒會變短。但更進一步研究發現，端粒變短的主因是隨著體重增加，以致出現的胰島素阻抗。¹¹

增進代謝健康，要比減重來得重要得多，這是因為你的身體必須為不斷節食付出代價。不適當的減重會引發身體反彈，很容易復胖。每個人的身體都有一個設定點，一旦確定了這個設定點，就會動員所

有資源來維持平衡。因此，在我們減重之時，身體代謝就會使我們體重增加（這就是所謂的「代謝適應」）。

雖然大家都知道這點，但不知道這種適應能力有多神奇。美國真人秀節目「超級減肥王」（*The Biggest Loser*）參賽者的經歷，就是很好的教訓。在這個節目中，重達一、兩百公斤的大胖子，在七個半月的時間內，透過運動和嚴格的飲食計畫減肥，看看誰能堅持到最後，成為減肥冠軍。國家衛生研究院的霍爾（Kevin Hall）醫師及同事決定研究這種激烈的減肥手段，是否會影響代謝。在一季的節目進入尾聲之時，很多參賽者都能減去40%的體重（約五十八公斤）。六年後，霍爾醫師再次調查參賽者的體重和代謝情況，發現大多數人都復胖，平均只比原來的體重減少12%。最慘的是，在比賽剛結束時，參賽者的代謝率都變得很差，每天燃燒的卡路里少了六百一十大卡；六年之後，因為代謝適應的緣故，燃燒的卡路里甚至減少了約七百大卡。¹² 天啊！雖然這是極度減重的例子，但我們可從中得知，復胖後，代謝率會比減重時更低。

節食效果差強人意——這豈不是好消息？

這種胖瘦循環的現象，就是所謂的「溜溜球效應」。減重者採取過度節食的方式，導致身體出現快速減重與迅速反彈的循環。減重成功的人，只有5%能堅持節食計畫，在五年內不復胖。其他95%的人不是放棄了，就是因為溜溜球效應，體重忽下忽上，代謝也就愈來愈差了。很多人都有這種愈減愈肥的經驗，尤其是女性——這是我們的熱門話題，也是我們常說的笑話，例如：我的身體裡有一個瘦巴巴的女人，她張口大叫，說她要出來；我總是用餅乾塞住她的嘴。

溜溜球效應也會使端粒縮短。¹³ 由於溜溜球效應很不健康，也很普遍，我們認為每個人都該好好了解這種現象。節食者會嚴格限制自

己的飲食，過了一陣子就會故態復萌，大吃大喝，吃一堆甜食和垃圾食物。這樣節食與暴食不斷循環，會帶來大問題。

如果實驗室的大鼠（rat）一天到晚吃垃圾食物，會變成什麼樣？牠們會吃太多，變得過度肥胖。但如果牠們只能在少數幾天吃垃圾食物，其他時間都吃不到，則腦部化學狀態會改變——牠們大腦的報償路徑就像毒癮戒斷者。如果大鼠吃不到香香甜甜像巧克力的垃圾食物，就會出現戒斷症狀，大腦會分泌壓力荷爾蒙CRH（corticotropin-releasing hormone，**促腎上腺皮質素釋素**）。CRH會讓大鼠很難受，使牠們拚命找垃圾食物吃，以擺脫戒斷狀態的壓力。大鼠終於吃到東西之後，就拚命吃，好像再也沒有機會吃到食物似的狂吃。¹⁴

這是不是像你認識的人？或是他們像彼得，本來要去拿沙拉吃，結果在半路不敵磅蛋糕的誘惑？研究顯示，病態肥胖的人也有類似的進食衝動，代表大腦的報償系統失調。

節食也會導致半成癮狀態，使人覺得有壓力。身體對卡路里的監測，會加重認知負擔，占據大腦有限的注意力，使你倍感壓力。¹⁵

就像彼得，他多年來一直努力教自己少吃甜食、減少卡路里攝取量。研究病態肥胖的專家，為這種長期節食的心態創造了一個名詞，也就是「認知性的飲食控制」。節食者花了很多時間，希望自己吃少一點，想要少吃，也努力克制自己，實際攝取的卡路里量卻和沒節食的人差不多。我們曾詢問一群女性這樣的問題，如「你是否會在吃飯的時候克制自己，盡量少吃一點？」或「你是否常常因為注意體重，而不敢在兩餐之間吃東西？」這項研究告訴我們，不管胖瘦，飲食節制比較嚴格的人，與不節食、想吃就吃的人相比，端粒比較短。¹⁶ 也就是說，一輩子都在努力和食欲掙扎，想吃少一點，其實並不健康。這麼做只會占據注意力（這可是寶貴、有限的大腦資源）、讓你壓力變大，而且會加速細胞老化。

與其一心一意想要少攝取卡路里，不如把焦點放在身體活動和吃營養的食物上。我們將在下一章告訴你，什麼樣的食物對端粒和身體健康最有益。

嚴格限制卡路里，對端粒是好事？

你在自助餐廳，端著盤子排隊。等到快輪到你的時候，你發現前面的人想要吃的食物都夾很少，然後小心翼翼的放在秤子上量。他們對秤出來的重量滿意之後，就把餐盤端到桌子上，坐下來吃。他們吃的分量要比你平常吃的少很多。你打好菜，也坐下來吃，看著他們吃下那少得可憐的食物。不久，他們的盤子空空如也。他們露出笑容，說道：「還是有點餓呢。」

糖：一個有關食物的恐怖故事

如果我們想要揪出代謝疾病的壞蛋，就會指向高度加工的含糖食物或含糖飲料。¹⁷（沒錯，就是糕點、糖果、餅乾、汽水，我們正在看著你們。）這些都是很容易引發食欲，讓我們在衝動之下吃一大堆的食物。¹⁸ 這些食物不但幾乎會立即被吸收到血液，而且會點亮大腦的報償系統，讓大腦以為我們還很餓，還要再吃。

我們向來認為：所有的食物對體重和代謝都有相同的影響，不管我們吃什麼，所有的卡路里都是一樣的。其實，這是錯誤的觀念。只要少吃糖，儘管你吃下的卡路里量不變，就能改善新陳代謝。¹⁹ 精緻的碳水化合物（白飯、白麵包、精製甜品等多糖食物）對代謝會造成更大的傷害，比起其他種類的食物，更會控制我們的食欲。

為什麼他們吃這麼少？為什麼他們沒吃飽還笑得出來？這是一則思想練習。真實世界沒有這樣的自助餐廳，但這反映現在人們的思維——只要攝食的卡路里量比平常少25%或30%，就能更長壽。嚴格限制卡路里攝取量的人，會訓練自己對飢餓產生不同的反應。在餓得很難受時，他們不會覺得有壓力或是不快樂，反之，他們會告訴自己：「瞧！我已經達到目標了。」他們精於計劃，著眼於未來。在我們的

一項研究中，有一位努力節食的人，才六十歲左右，已開始積極籌劃他的一百三十歲生日宴會。²⁰

如果這些人是像蟲子或實驗室的小鼠，極端的卡路里限制確實可以延長壽命——至少某些品種的小鼠因為節食，似乎能使端粒延長。節食也會減緩肝臟細胞衰老的速率。一般而言，老化細胞最先在肝臟中累積。²¹ 卡路里限制也可改善身體對胰島素的敏感性，減少氧化壓力。至於比較大型的動物，就難以看出卡路里限制的效果。

在一項研究中，卡路里攝取量比平常減少30%的猴子，健康壽命比較長，也活得比較久，但是對照組是吃了很多醣類食物和脂肪的猴子。在另一項研究中，實驗組的猴子一樣限制卡路里，對照組則照常進食，而且吃的是健康食物。結果，實驗組的猴子雖然健康壽命變得長一點，但是並沒有更長壽。再者，在這兩項研究中，猴子都單獨進食。但猴子是高度社會化的動物，野外的猴子總是會一起吃東西。單獨進食對這些猴子來說，不是正常狀況，或許會覺得有壓力，因此可能會影響實驗結果。至於到底是如何影響的，我們還不知道。

目前看來，限制卡路里對人類端粒來說，並沒有好處。加州大學洛杉磯分校心理學教授珍娜·富山（Janet Tomiyama），在加州大學舊金山分校當博士後研究員時，曾進行一項研究。她從全美找出一群長期嚴格限制卡路里的人（可想而知，這樣的人並不多），然後測量其各種血液細胞中的端粒長度。令人驚訝的是，他們的端粒並沒有比一般不節食的人或是體重過重的對照組來得長。其實，他們的周邊血液單核細胞（包含T細胞的免疫細胞）的端粒反而略短。

在另一項研究中，研究人員使恆河猴每日攝取的卡路里量比平常少30%，然後測量猴子身上不同組織的細胞（不只是一般測量端粒常用的血液細胞，還包括脂肪裡的細胞和肌肉細胞）的端粒長度。同樣的，恆河猴並沒因為節食而使端粒增長，恆河猴身上任何組織的細胞都沒有出現這樣的變化。

謝天謝地。大多數人都無法實行嚴格的卡路里限制，也只有少數人想這麼做。正如我們的一位朋友說的：「我寧願每晚吃得好，直到八十歲，也不願挨餓，直到一百歲。」他說得很有道理。你真的不必為了端粒健康、希望健康長壽，而計較卡路里的攝取量，每天餓得頭暈眼花。如何吃得好，又吃得健康，請參看下一章。

端粒健康竅門

- 端粒告訴我們，別太在意體重。

反之，你該把肚圍大小和胰島素敏感性，當成健康指標。

（胰島素敏感性可到醫療院所，檢驗空腹胰島素濃度和空腹血糖值。）

- 計較卡路里攝取量，會使人倍感壓力，反而可能危害端粒。
- 吃低糖、低升糖指數的食物和飲料，可增進你的內在代謝健康——這才是真正重要的，比減重來得重要。

逆齡實驗室

駕馭你對糖的渴望

減少糖的攝取，對你的飲食而言，可說是最有益的改變。美國心臟病協會建議，男性一天最多只能吃九茶匙的糖，而女性最多只能吃十六茶匙的糖，然而美國人平均一天幾乎吃了二十茶匙的糖。

高糖食物會使腹部脂肪增加，也與胰島素阻抗增大有關。已有三項研究發現，含糖飲料和端粒變短有關。（我們將在下一章詳細探討含糖飲料的問題。）

如果你真的很想吃糖（或想吃其他不利於健康的食物），你或許需要學習因應這種渴望的技巧。渴望是股強大的力量。環境中有我們渴望的東西時，大腦的報償中樞就會分泌多巴胺。幸好，渴望是暫時的，不久就會消失。心理學家馬拉特（Alan Marlatt）用「駕馭衝動」（Surfing the Urge）的觀念，幫助很多人對抗渴望，直到渴望的感覺消失。正念飲食專家李伯斯坦（Andrea Lieberstein）發現，駕馭衝動加上把專注力放在心上，對於克服食物癮頭很有幫助，就能以同情和善意，去除不舒服的感覺。駕馭渴望要怎麼做？請看下面的說明：

駕馭你的渴望

用舒服的姿勢坐著，閉上眼睛，想像你很想吃的點心或甜點就在眼前，使這點心的質地、色澤和氣味，在你腦中顯現。這個意象變得鮮明之後，讓你自己感覺這股非常想吃的渴望。讓你的專注力在身體各個地方遊走，觀察這種渴望的本質。

請對自己描述這種渴望：這種渴望帶給你什麼感覺，具有哪些特質？這種渴望和什麼樣的形狀、感覺或想法有關？這種渴望在你的身體裡面嗎？你注意到這樣的渴望、或是在呼氣時，渴望本身是否有改變？如有任何不舒服的感覺，沒關係，你要提醒自己，這不是癢，要抓一抓才會舒服。這只是一種感覺，這種感覺會改變，也會消失。想像這股渴望就像浪潮，一波波捲來，激起滔天巨浪，然後落下，成為小碎浪，退回海中。全心全意投入這種感覺當中，一邊注意浪花的消退，一邊讓緊張的情緒得到緩解。

接下來，你可把注意力和你的手放在心臟上方，想像有一股暖流從心臟流瀉出來。然後讓這股充滿愛與善意的暖流把你的身體包圍起來。花一點時間感受一下這股同情自己的感覺。現在，再想像你本來很想吃的點心。有什麼改變嗎？你注意到什麼了嗎？如此一來，你可體驗渴望的感覺，而不必在渴望的驅使下衝動行事。只要專注、呼吸，再用愛和善意，把渴望包圍起來。

你可以把這段文字唸出，同時錄音（例如使用iPhone的語音備忘錄app），在渴望出現時聆聽。也可從我們的網站，下載這段文字的英文語音檔案。

留意身體的飢餓訊號和飽足訊號

如果你注意身體發出的飢餓和飽足訊號，就比較不會吃太多。如果你注意自己身體飢餓的程度，就不會和心理飢餓搞混。壓力、無聊和情緒（甚至在你覺得快樂的時候），都會讓你覺得餓，其實你並不是真的餓了。加州大學舊金山分校的心理研究人員杜柏邁爾（Jennifer Daubenmier）發現，如果女性在進食前，能小心評估飢餓程度，血糖和皮質醇都會比較低，特別是病態肥胖的女性。只要心理和代謝健康都有改善，端粒也就能增長。²²

心理學研究人員梅森（Ashley Mason）在一項規模較大的研究中發現，如果能實踐正念飲食，少吃甜點，一年後血糖就會變低。²³ 正念飲食似乎減重效果有限，然而或許有助於消除對甜食的渴望，因此有降低血糖之功。

下面是筆者（伊麗莎）和同事為體重管理，研究擬定的正念飲食策略。這是根據印第安納大學心理學家柯立思泰拉（Jean Kristeller）設計的正念飲食覺知訓練計畫。（有關正念飲食，更進一步的資料請參看：www.mindfultraining.com和www.mb-eat.com）²⁴

一、呼吸：把你的注意力放在整個身體上。問自己：我的身體真的餓嗎？什麼樣的訊息和感覺可以幫我回答這個問題？

二、評估你的身體飢餓程度：根據你的飢餓狀況，圈選下方表格裡對應的分數：

完全不餓				有點餓				非常餓	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

在飢餓指數到達8分之前，就得先吃點東西，那就比較不會吃太多。更不要到非常餓的時候才吃。如果你已經覺得快餓死了，那就很容易一下子吃太多，也會吃太快。

三、在你吃東西時，盡量用心品嚐和享受食物的滋味，專注在用餐的體驗上。

四、注意你的胃從空空如也，到充滿食物、脹大的感覺（這個過程就叫「傾聽伸展接受器」）。吃了幾分鐘後，問自己：我現在覺得有多飽？根據飽足的程度，圈選下方表格裡對應的分數：

完全不飽				有點飽				非常飽	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

如果你已達7分飽或8分飽，就不要再吃了。換言之，你已經吃得有點飽了。飽足的生物訊號，來自血糖和血中荷爾蒙濃度的增高。這個訊號來得很慢，通常在進食二十分鐘以後，你才會感到飽足。因此，你必須在飽足訊號出現前，就先打住，千萬別再吃了，才不會吃

太多。雖然這麼做很難，但只要你開始注意身體的感覺，就會變得比較容易。

第10章

怎麼吃，對端粒和細胞的健康最好？

有些食物和營養補充品有益端粒健康，有些則否。

我們將告訴你一個好消息：

你不必棄絕碳水化合物或乳製品，也能保持健康！

全食物膳食，不只對你的端粒有好處，也能減少氧化壓力、發炎、胰島素阻抗等會縮短健康壽命的因素。

這樣的食物包括：新鮮蔬果、全穀物、核果、豆類和omega-3脂肪酸。我們將在本章詳細解釋。

每天總是如此：筆者（伊莉莎白）是夜貓子，好不容易才下床，睡眠惺忪、步履蹣跚的走到廚房。我老公約翰則是晨型人，好心幫我煮了杯咖啡。

「要加牛奶嗎？」他問。

天還沒亮呢。到底要不要加呢？由於牛奶引發不少爭議，這真是一大難題。要，我要加牛奶。約翰倒了些牛奶給我。我該不該倒進自己的咖啡裡呢？牛奶含有鈣和蛋白質，又添加了維生素D，應該很營養吧。但是我該選擇全脂的，還是脫脂的？還是乾脆別加好了？

早餐的每一樣食物都是營養的難題：

土司。太多碳水化合物了吧？就算是全麥吐司也是碳水化合物。更何況我們可能對麩質過敏。

奶油。一點點脂肪能增加我們的飽足感，這點不錯，然而如果會造成血管阻塞，那就不妙了。

水果。還是別吃土司，打一杯水果冰沙好了……但水果不是糖分很高嗎？這樣不是對健康有害？

你還沒完全清醒，咖啡因提神的效果又還沒出現，早餐的問題已多到讓你頭疼。我和我老公都是科學家，嚴謹的學術訓練教我們從複雜的證據抽絲剝繭，但有時我們還是難以判斷怎麼吃最健康。

在這樣的早晨，端粒健康可說是我們選擇食物最好的依據。我們相信端粒證據，因為我們可以從細胞的層次觀察身體對食物的反應。我們重視端粒，因為我們從端粒發現的證據，與營養科學新知一致。種種研究結果告訴我們：節食成效差強人意，對身體最好的選擇就是吃新鮮的全食物，別吃加工食品。

其實，為了端粒健康而吃，一點都不難。你可以吃得開心，吃得心滿意足，不必辛苦壓抑食欲。

為細胞除三害

前面已討論過發炎、胰島素抵抗和氧化壓力，對端粒和細胞的傷害。你可把這三者想成潛伏在我們體內的三個敵人。如果亂吃、不重視營養，那就等於助紂為虐。你可利用食物來擊退這些敵人，進而改善細胞環境，使端粒增長。

細胞的第一個敵人：發炎

發炎和端粒受損息息相關，而且會導致惡性循環。先前解釋過，如細胞老化，端粒就會變短或是受損（加上其他DNA斷裂、無可修復的狀況），此時細胞就會發送促進發炎的訊號，啟動身體的免疫系統，清理所有受損細胞和組織。發炎也會使免疫細胞分裂、複製，如此一來，受損端粒會變得更短。

研究已顯示小鼠體內發炎的情況是如何。研究人員抑制一群小鼠身上可對抗發炎、保護身體的基因，小鼠很快就出現嚴重慢性發炎的

症狀，組織中的端粒變短、細胞老化。小鼠肝臟和腸道的衰老細胞愈多，就愈快死亡。¹

如果要自保，防止身體受到發炎的危害，最好的辦法是不要火上加油——別吃容易使身體發炎的食物。薯條、精緻碳水化合物（白米飯、白麵包、義大利麵）、糖果、汽水、果汁、烘焙糕點，都會使你血糖急遽上升。血糖飆高，促發炎細胞介素就會大量增生。

含酒精的飲料也算是一種碳水化合物。酒一旦喝多了，C反應蛋白（CRP）就會變多。C反應蛋白是人體肝臟細胞所產生的特殊蛋白，是一種發炎反應指標。² 酒精也會轉化成乙醛——這種化學物質不但是致癌物、會破壞DNA，濃度過高也會傷害端粒。至少我們已從動物實驗看到這樣的禍害。到目前為止，長期酗酒看來可能造成端粒變短、使免疫系統老化。至於喝酒精濃度較低的酒，是否會傷害端粒，則尚無定論。³ 若只是偶爾小酌，應該沒問題。

如果你想進一步知道那些由於基因改造而出現慢性發炎的小鼠，後來狀況如何，我們要告訴你一個好消息：研究人員給那些小鼠抗發炎或抗氧化藥物，端粒遭到破壞的情況就逆轉了。小鼠端粒增長了，老化細胞也不再累積，細胞又可繼續分裂、再生。這代表我們可保護端粒，使之免於因發炎而受到損害。而保護端粒最安全、最聰明的做法，就是吃有益健康、可預防發炎的食物，不必吃藥。

瞧，我們有這麼多色彩繽紛、美味可口的蔬菜水果可以吃，像是紅色、紫色和藍色莓果、紅色和紫色葡萄、蘋果、甘藍菜、青花菜、洋蔥、多汁的紅番茄和青蔥。上面列出的食物都含類黃酮和（或）類胡蘿蔔素——這些成分使植物呈現各種顏色或味道。這些食物也富含花青素和黃酮醇（常見的類黃酮物質），可減少發炎和氧化壓力。⁴

多吃含有omega-3脂肪酸的食物

其他有抗發炎功效的食物，還包括富含脂肪的魚類、核果、亞麻籽、亞麻仁油和葉菜，因為這些食物都含有豐富的omega-3脂肪酸。你的身體需要omega-3脂肪酸來減少發炎，維持端粒健康。Omega-3脂肪酸有助細胞膜的形成，能使細胞結構具有彈性且穩定。此外，細胞能把omega-3脂肪酸，轉化為可調解發炎和血液凝結的荷爾蒙。Omega-3脂肪酸也可使血管壁回復彈性，保持暢通。

眾所周知，血液中Omega-3脂肪酸濃度較高者，發生心血管疾病的風險比較低。更新的研究顯示，Omega-3脂肪酸也許可延緩端粒的衰亡。別忘了，端粒會隨著年紀漸增而變短，我們的目標則是盡可能延緩這個過程。有一項研究採集了六百零八人的血液細胞，受試者皆是患有心臟病的中年人。研究人員發現他們血液細胞中的omega-3脂肪酸濃度愈高，未來五年端粒衰退的機率就愈低。⁵ 即使這些受試者患有心臟病，端粒損害率愈低，未來四年的存活率就愈高⁶——在端粒變短的受試者當中，其中有39%死亡，而端粒較長者，死亡的只有12%。因此，如果能維持端粒長度，就比較不會太早進入抱病壽命的階段，活得也比較久。

多多享用新鮮、富含脂肪的魚類吧！例如鮭魚和鮪魚（包括生魚片），並且要多吃葉菜、亞麻仁油和亞麻籽。

（至於美國各州居民該吃什麼樣的魚才好，捕魚或水產養殖的過程是否會危害環境，請參看「蒙特利灣水族館優質海鮮選擇指南」網站的介紹：<http://www.seafoodwatch.org/seafood-recommendations/consumer-guides>。）

你是否該服用omega-3脂肪酸的營養補充品，如魚油膠囊呢？關於omega-3脂肪酸的營養補充品與端粒的關係，目前只有一項隨機試驗，是由俄亥俄州立大學的心理學家葛萊瑟（Janice Kiecolt Glaser）進行的，結果頗值得參考。她發現服用魚油長達四個月的受試者，與服用安慰劑的人相比，端粒並沒有變得比較長。但在所有的組別當中，相

對於omega-6脂肪酸，血中omega-3脂肪酸濃度增加比較多者，端粒也比較長。⁸ 由於omega-3脂肪酸可減少發炎，發炎程度愈低，則端粒能變得愈長。（Omega-6脂肪酸也是多元不飽和脂肪，來源包括玉米油、黃豆油、葵花油、種子和某些堅果。但是Omega-6脂肪酸所產生的某種碳酸，有強烈的發炎作用。）因此，雖然服用omega-3脂肪酸營養補充品沒能直接使端粒變長，但是對端粒而言，仍然有其他好處，例如減少氧化壓力和發炎。當然，結果取決於身體對omega-3脂肪酸營養補充品的吸收程度。

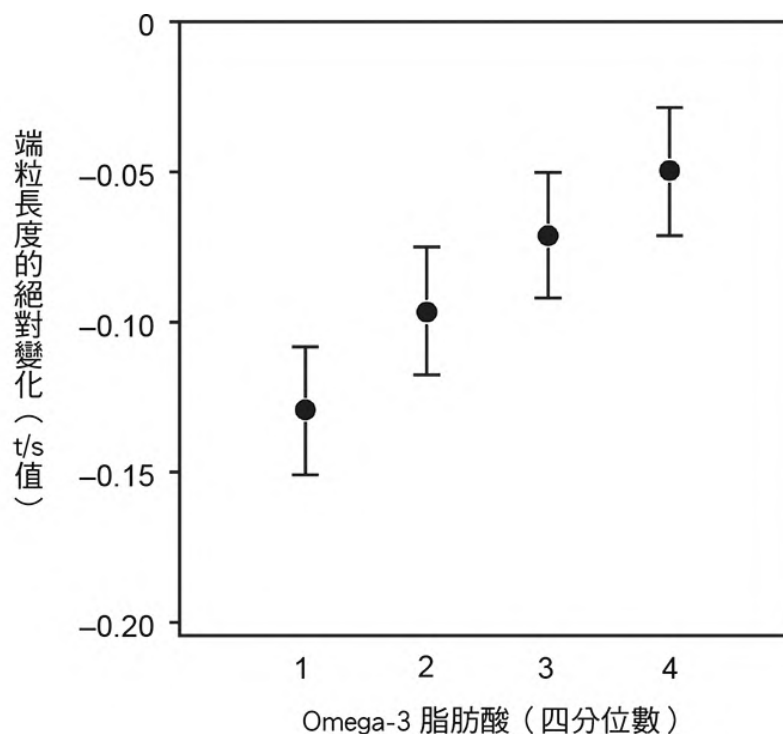


圖23 Omega-3脂肪酸與端粒長度的關聯

血液中的omega-3脂肪酸（EPA和DHA）濃度較高者，未來五年，端粒比較不會變短。如果高於Omega-3脂肪酸濃度平均值一個標準差，研究結果預測：端粒縮短的機率將減少32%。若是一開始端粒就比較長的人，這種效果將更為顯著。⁷

並非你吃什麼食物或營養補充品，就能直接影響血液中的omega-3脂肪酸、或任何營養物質的濃度。會造成影響的因素很多，而且相當複雜，包括你吸收的程度、細胞如何運用這些物質、新陳代謝、以及

從體內流失的速率。（在你看到有關膳食和營養補充品的建議時，最好記住這點。）一般而言，我們建議大家盡量從正常膳食中，取得必要的營養物質，如果不易取得，營養補充品也是合理的選擇，但請先和醫師確認。因為，即使是看起來最無害的營養補充品，可能也有副作用或是和你服用的藥物發生交互作用，對患有某種疾病的人而言，甚至可能是禁忌。

通常，含EPA和DHA的魚油每日至少可攝取一千毫克，這差不多是前述俄亥俄州立大學研究試驗的最低劑量。然而為了漁業永續，我們強烈建議各位服用藻油——這也是素食者補充omega-3脂肪酸的最佳選擇。魚類富含omega-3脂肪酸，正因牠們也吃海藻。我們也可多吃來自永續生態漁場、含DHA的藻類，如海帶、紫菜。畢竟深海魚油有限，無法供全世界的人維持端粒健康。到目前為止，似乎來自藻類的DHA和來自魚類的DHA一樣能促進心血管健康。

端粒研究顯示，你該多吃含omega-3脂肪酸的食物，也該注意你攝取的omega-3脂肪酸和omega-6脂肪酸的平衡，特別是典型西方飲食會使我們吃下過多含omega-6脂肪酸的食物。因此，我們建議你多吃核果和種籽這種健康、未加工的食物，少吃含有大量omega-6脂肪酸與飽和脂肪的油炸食品、市售包裝餅乾、脆餅、薯條、點心。這類食物都會危害心血管的健康。

我們還應該認識體內的另一種化學物質，也就是「同半胱氨酸」（homocysteine）。這是身體消化動物性蛋白，代謝產生的一種含硫胺基酸，少量的同半胱氨酸可成為合成新蛋白質所需的原料。但如因衰老或發炎，致使同半胱氨酸濃度過高，就會對心血管內襯造成破壞，使人罹患心臟病。已有多項研究證明，同半胱氨酸濃度太高，與端粒變短有關。但影響端粒長度的因素有很多，例如有一項研究指出，端粒短會使死亡風險變大，顯然部分原因是因為發炎和同半胱氨酸濃度太高了，只是我們不知道哪一種情況先發生。⁹ 好消息是，萬

—你體內的同半胱氨酸濃度過高，可服用葉酸或維生素B12來改善。

¹⁰ （在服用這些營養補充品之前，請洽詢醫師的意見。）

細胞的第二個敵人：氧化壓力

人類端粒的其中一股，是由重複超過千次的TTAGGG序列構成，位於染色體的兩端。如果細胞內有太多自由基，抗氧化物又不足，寶貴的端粒序列就會遭到破壞，特別是GGG的區段。這種危險的情況就是所謂的氧化壓力。由於GGG區段特別敏感，於是成了自由基的攻擊目標。一旦自由基得逞，DNA長鏈就斷了，端粒也就很快變短了。

¹¹ GGG區段就像大餐，使細胞的敵人（氧化壓力）更加壯大。在實驗室中培養出來的細胞，如果遭受氧化壓力，端粒酶活性會同時降低，可說是雙重打擊。¹²

如果你在細胞培養液中加入維生素C，細胞端粒就可受到保護，免於遭受自由基的破壞。¹³ 維生素C和其他抗氧化物（如維生素E）都是清除自由基的清道夫，可避免你的端粒和細胞受害。

血液中維生素C和E的濃度較高者，端粒也比較長，但前提是F2異前列腺素（F2-isoprostane）必須低一點，因為這種分子的濃度就是氧化壓力的指標。血液中抗氧化物與F2異前列腺素的比值愈大，代表氧化壓力愈小。這就是為何你應該每天吃新鮮蔬果，因為新鮮蔬果就是抗氧化物的最佳來源。為了從飲食中獲得充足的抗氧化物，你應該多吃柑橘類、莓果、蘋果、李子、胡蘿蔔、葉菜、番茄、馬鈴薯（帶皮的紅皮馬鈴薯或白肉馬鈴薯）。其他植物如豆類、核果、種籽、全穀物和綠茶，也是抗氧化物的來源。

如果你以端粒健康為著眼點，我們建議你別從營養補充品攝取抗氧化物，因為研究尚未確立抗氧化物營養補充品和端粒健康的關聯。

有些研究發現，血液中某些維生素含量愈高，端粒愈長（請參看第243頁的表格）。

雖然有些研究發現，綜合維生素的攝取可使端粒變長¹⁴，但至少有一項研究發現：服用綜合維生素和端粒變短有關。¹⁵再者，有研究人員發現，抗氧化物濃度過高，會刺激實驗室培養的人類細胞出現惡性增生。可見，好東西如果過多，不見得是件好事。通常，來自食物的抗氧化物，身體的吸收比較好，效果也優於營養補充品。

餵母乳，寶寶的端粒較長

你能讓寶寶的端粒得到營養嗎？如果你在寶寶出生的頭幾週只餵母乳，或許就可以。加州大學舊金山分校健康研究人員伍吉基（Janet Wojcicki）追蹤調查一群懷孕婦女，發現她們的寶寶出生後，如果在六週大之前只餵母乳（完全沒餵配方奶或固體食物），則寶寶的端粒較長。由於新生兒的腸胃道還未能接受固體食物，給他們固體食物將會造成發炎和氧化壓力。¹⁶或許在新生兒出生後至六週大，餵他們吃固體食物，是他們端粒變短的原因。

細胞的第三個敵人：胰島素阻抗

妮琪在家鄉的醫院服務，是醫師，也肩負醫院管理工作。她有一個不良習慣：每天都少不了山露汽水。她在當住院醫院時，就有狂灌汽水的習慣，靠汽水中的糖分和咖啡因來提神。直到如今，還戒不掉這個癮頭。她在車庫放了個小冰箱，專門存放山露汽水。每天一早上班時，就從冰箱取出一公升瓶裝的山露汽水，放在車上。每次碰到紅燈停下來時，她就打開瓶蓋，猛灌一口。到了醫院， she 就把這瓶汽水放在冰箱裡。巡房完，猛灌。開完會，猛灌。處理完文件，猛灌。等到繁忙的一天接近尾聲，汽水瓶已空空如也。妮琪無奈的聳聳肩說：「沒喝，我真的受不了。」

妮琪是醫師，當然曉得每天喝一公升的山露汽水不健康。但她就像將近半數的美國人，還是照喝，不知不覺讓第三個敵人——胰島素

阻抗，愈來愈壯大。

「盡量喝吧，看你能把敵人餵養到多大、多壯！」

如果你猛灌含糖汽水（也就是所謂的「液體糖果」）會如何？首先，你的胰臟幾乎會立即分泌更多的胰島素，幫助葡萄糖進入細胞。二十分鐘內，葡萄糖就會在血液中累積，血糖濃度因此上升。接著，肝就會把糖轉化為脂肪。大約一個小時後，你的血糖下降，你又開始想喝，不喝會很難受。如果你天天猛灌含糖飲料，最後就會出現胰島素阻抗。

汽水之害和抽菸一樣嗎？也許是如此。我們的研究夥伴、營養流行病學家梁辛蒂（Cindy Leung）發現，每天喝五百六十六公克的含糖汽水，從端粒變短的速率來看，等同生理情況比實際年齡老了四點六歲。¹⁷ 令人驚異的是，這和抽菸導致端粒縮短的情形相同。如果一個人每天喝二百二十六公克的汽水，端粒則會老化兩歲。

你或許懷疑端粒縮短不是每天喝汽水造成的，而是因為其他不良的健康習慣。好問題！在這項研究中，調查對象約五千人，我們也注意到其他干擾因素，因此校正了一些因素，包括飲食、抽菸、BMI、腰圍（以估量腹部脂肪）、收入、年齡等。結果發現，常喝汽水確實和端粒變短有關。不只是成人，兒童也是如此。伍吉基發現，三歲大的兒童如果一週喝四罐以上的汽水，端粒變短的速率就會加快。¹⁸

運動飲料和加糖咖啡一樣是液體糖果，含糖量可能和一般的汽水差不多（一杯十二盎司／三百四十公克的星巴克薄荷摩卡，即含有四十二公克的糖），所以你最好遠離這些含糖飲品，或是只能偶爾享受一下。¹⁹ 由於體內輸送方式所致，汽水和含糖飲料中的糖，會對端粒造成傷害。因為這樣的飲料不含纖維，很快就會進入血液。幾乎所謂的甜點或點心，都是高糖食物，如餅乾、糖果、蛋糕、冰淇淋等。像是白麵包、白米、義大利麵和薯條這樣的精緻碳水化合物，也很快就會被身體吸收，使血糖上升。



圖24 以端粒健康為指導原則，取得營養平衡

選擇較多含有纖維質、抗氧化物和類黃酮的食物，像是蔬菜和水果。也要多吃富含omega-3脂肪酸的食物，如海藻和魚。盡可能少吃精製糖和紅肉。健康、平衡的飲食就像上圖，會使你的血液充滿較多營養物質，減少氧化壓力、發炎和胰島素阻抗。

為了避免胰島素分泌過多，造成胰島素阻抗，我們應多吃富含纖維質的食物：全麥麵包、全麥麵條、糙米、大麥、種籽和蔬果。（雖然水果含單一碳水化合物，也就是糖分，但由於有纖維質，整體營養價值高，因此是健康食物。去除了纖維的果汁，則不是健康飲品。）這些食物不但能使人有飽足感，也能使你避免吃下過多的卡路里。這些食物有助於我們減少腹部脂肪，改善胰島素阻抗和代謝失調。

維生素D和端粒長度的關聯

血中維生素D的濃度較高，可預測整體死亡率較低。²⁰ 有些研究發現，維生素D和端粒較長有關，特別是女性，但其他研究則未發現這樣的關聯。到目前為止，我們找到了一項檢測營養補充品成效的研究。這項小型研究顯示，每天服用2,000 IU（國際單位）的維生素D3（即有代謝活性的維生素D），長達四個月後，和服用安慰劑的對照組相較，端粒增長了約20%。²¹

值得注意的是，如果居住的地方日照不足，血中的維生素D濃度通常很低。維生素D最好的來源為鮭魚、鮪魚、比目魚、添加維生素和礦物質的營養強化牛奶、穀物脆片和雞

蛋。如果從飲食和日照無法獲得足夠的維生素D，則可考慮服用維生素D補充劑（請洽詢醫師意見）。

健康飲食：地中海飲食模式

一盤盤的鮮魚、一碗碗裝得滿滿的色澤鮮豔的蔬果、營養豐富的豆子、全麥、核果、種籽……這不但是豪華大餐，也有益細胞健康。這些食物能減少發炎、氧化壓力和胰島素阻抗。這種健康飲食模式中的食物，對端粒和整體健康都大有幫助。

全世界（從歐洲到亞洲、到美洲）的飲食習慣，可分為兩類：一類是吃大量的精緻碳水化合物、喝含糖汽水、吃加工肉品和紅肉，另一類則是吃很多蔬菜、水果、全麥、豆類及低脂優質蛋白質，包括海鮮。較健康的飲食又稱為「地中海飲食」，不同文化的人都會採行這種飲食原則，只是吃的東西不盡相同。例如，有些人吃較多的乳製品或海藻。大原則是吃多種新鮮的全食物，而這些食物大都來自食物鏈的底層。有些研究人員稱之為「審慎飲食模式」。這是個正確的標籤，雖然沒能呈現食物的美味與健康。

採行這種審慎模式者，不管居住在哪裡，端粒都比較長。例如住在義大利南部、採行地中海飲食的老年人，他們的端粒就比較長。愈能堅持這樣的飲食模式，整體健康較佳，日常生活的活動就完全不受影響。²² 有一項研究以一群韓國中老年人做為研究對象，這些人在居住地採行審慎飲食模式，亦即吃較多的海藻和魚類。研究人員發現：十年後，與多吃紅肉和精緻、加工食品的人相比，採行審慎飲食模式者，端粒較長。²³

我們一直在說飲食模式，然而究竟什麼樣的食物對端粒有益？我們從針對韓國中老年人的研究找到線索。如果吃較多的豆類、核果、

海藻、水果、乳製品，少吃紅肉、加工肉品和含糖汽水，白血球裡的端粒就比較長。²⁴

全世界都已經知道吃健康、不加工食物有好處，而且必須少吃紅肉或加工肉品。不只是成年人，老人也該這麼吃。2015年，世界衛生組織（WHO）已把紅肉和加工肉品，列為可能導致癌症的食物。²⁵ 在端粒研究中，研究人員發現：加工肉品似乎比未加工的紅肉，更容易對端粒造成傷害。²⁶ 加工肉品包括經過煙燻、鹽漬或醃製的肉，如熱狗、火腿、香腸、醃牛肉。

當然，如果一輩子都能吃得好，是最好的，但是只要下定決定，從現在開始吃好的食物，絕不會太遲。你可依照右頁表格的建議，來選擇食物。一般而言，你不必特別擔心某一種食物是否有害，只要注意多吃新鮮健康的食物，就行了——如此一來，筆者（伊莉莎白）就覺得早餐的選擇變得輕鬆多了。

不久之後，你將會發現：你愈來愈喜歡能對抗發炎、氧化壓力和胰島素阻抗的食物，根本不必費盡心思、計劃要吃什麼。吃有益端粒健康的飲食其實不難。再者，你也不會因為擔心每天要吃什麼，擔心得過多，而使端粒縮短。

來杯咖啡，如何？

已有數百項研究探討咖啡對健康的影響，結果大都證實咖啡無害。這對於早上必喝咖啡的人，實在是一大福音。統合分析顯示，咖啡能減少認知衰退、肝病、黑色素瘤等病症的風險。

有關咖啡與端粒，目前只有一項研究。研究人員募集四十位有慢性肝病的受試者，看咖啡能否增進他們的健康。隨機分配到實驗組的受試者每天喝四杯咖啡，連續喝一個月；對照組則完全不喝咖啡。研究人員發現，與不喝咖啡的對照組相比，喝咖啡的人端粒增長，血液

中的氧化壓力變小。²⁷ 此外，在一項調查對象超過四千位女性的研究中，愛喝含咖啡因咖啡的人，比起喝低咖啡因咖啡的人，端粒比較可能變長。²⁸ 因此，你早晨可以放心享用香醇的咖啡。

我們已討論過維生素D和omega-3脂肪酸營養補充品的使用。很多人都有這兩種營養素不足的問題。然而，由於每個人的需求不同，在此我們將不提供營養補充品的攝取建議。特別是，有關營養補充品的最新研究結論時常改變。任何營養補充品，如果劑量過高，效用和安全性依然可能會有問題。

營養和端粒長度的關聯

食物、飲料與端粒長度的關聯	
與端粒縮短有關：	與端粒增長有關：
紅肉、加工肉品 ^[29]	纖維素（全麥食物） ^[36]
白麵包 ^[30]	蔬菜 ^[37]
含糖飲料 ^[31]	核果、豆類 ^[38]
含糖汽水 ^[32]	海藻 ^[39]
飽和脂肪 ^[33]	水果 ^[40]
Omega-6 多元不飽和脂肪酸 （次亞麻油酸） ^[34]	Omega-3 脂肪酸 （如鮭魚、北極紅點鮭、鯖魚、 鮪魚、沙丁魚等） ^[41]
酒精攝取量多 （每日四杯以上） ^[35]	含抗氧化物的食物，除了蔬果， 還有豆類、核果、種籽、全麥、 綠茶 ^[42] 、咖啡 ^[43]

維生素與端粒長度的關聯

與端粒縮短有關：

只含鐵的營養補充品^[44]
（或許是因為劑量太高造成的）

與端粒增長有關：

維生素 D^[45]（研究證據未有定論）
維生素 B（包括葉酸）、C、E
綜合維他命^{[46][47]}
（研究證據未有定論）

請注意：由於科學文獻不斷增加、結論隨時都有可能改變，
請上我們的網站了解更新的資料！

端粒健康竅門

- 發炎、胰島素阻抗和氧化壓力，是會危害你健康的敵人。為了對抗這些敵人，請依照「審慎飲食模式」進食：吃大量的蔬果、全麥、豆類、核果、種籽和低脂、優質蛋白質。這種飲食模式就是所謂的地中海飲食。
- 多吃富含omega-3脂肪酸的食物：鮭魚、鮪魚、葉菜、亞麻仁油、亞麻籽。建議服用以海藻製造的omega-3脂肪酸營養補充品。
- 少吃紅肉（特別是加工肉品）。可考慮一週有幾天吃素食。少吃肉，對你的細胞和生態環境都有益。
- 避免含糖食品、含糖飲料和加工食品。

逆齡實驗室

對端粒有益的點心

由於不健康的點心和零食太多了，因此必須準備好健康的點心，方便隨時享用。一般的休閒食品通常是加工的，含有不健康的脂肪、糖和鹽。我們建議用富含蛋白質、糖分低的全食物，來當點心。下面介紹的幾道自製點心，也含有豐富的抗氧化物和omega-3多元不飽和脂肪酸。

自製綜合堅果：綜合堅果的製作很簡單，也是確保糖含量低的最佳方式。（市售綜合堅果中的果乾，會添加糖。）綜合堅果含有很多omega-3脂肪酸和抗氧化物，能提供不少能量，因此可適量吃一些。

混合下列食材：

- 1杯胡桃
- 2杯可可碎粒或黑巧克力片
- 2杯枸杞或其他莓果乾

可隨意添加：

- 2杯不加糖的乾椰子碎片
- 2杯生葵花籽或無鹽葵花籽
- 1杯生杏仁

自製奇亞籽布丁：奇亞籽含有豐富的抗氧化物、鈣和纖維素。這種來自南美洲、不起眼的小種籽，每盎司還有二十八公克的omega-3脂肪酸。奇亞籽布丁是很棒的點心，也是美味的早餐。

混合下列食材：

- 4杯奇亞籽種子
- 1杯不加糖的杏仁漿或椰奶
- 8匙肉桂
- 2匙香草精

將材料攪拌均勻後，放五分鐘。再次攪拌，然後放進冰箱冷藏，直到濃稠或靜置隔夜。

可添加下列裝飾：

- 乾椰子碎片
- 枸杞
- 可可碎粒
- 切片蘋果
- 蜂蜜

海藻：對，海藻是很棒的食物，不但方便食用而且對端粒有益。例如一般有機食物專賣店都買得到SeaSnax。這是用橄欖油和一點點海鹽烘烤的海苔片，有不同口味（筆者特別喜歡芥末和洋蔥口味）。如果嘴饞，想吃一點鹹的零食，海苔就是絕佳選擇。海藻也含有豐富的微營養素，因此好好享受吧。如果你必須注意鈉的攝取量，請選擇無鹽海苔片。

戒除不好的飲食習慣：找出你的動機

能多吃健康食物當然很好，但避免常吃會危害細胞健康的食物，或許更重要，譬如少吃加工食品和含糖垃圾食物。然而，要戒除不好的飲食習慣，說說容易，要做到很難。要改變習慣，若能找到動機，

就比較容易成功。在我們的研究中，曾詢問受試者一些問題，以幫助他們找出最有意義的目標，進而改變飲食習慣，例如：

- 你的飲食對你有何影響？曾有人鼓勵你少吃某些東西嗎？為什麼？你最想改變的是什麼？
- 你為何會擔心自己吃太多速食食品（或垃圾食物、含糖食物等不健康的食品）？你是否有糖尿病或心臟病的家族病史？你想減重嗎？你擔心你的端粒不健康嗎？
- 你最想改變的是哪一部分？不想改變的地方呢？你最在乎什麼？你所做的改變，將對你自己以及你在意的人產生什麼影響？

找出最強烈的動機之後，請你想像下列情景。如果你的動機是過著健康長壽的生活，那就想像你已高齡九十、充滿活力，高高興興的參加孫子女的畢業典禮。你希望看孩子長大嗎？想像你在他們的婚宴上翩翩起舞的樣子。如果你想像，小小的端粒正在你體內，捍衛數十億細胞染色體的未來，也許就能受到激勵！每當你面對食物的誘惑，就努力想像這些畫面吧。我們的研究夥伴、紐約大學水牛城分校的艾波斯坦（Len Epstein）教授發現，如果能清晰的想像未來情景，就比較不會吃太多，將能減少其他強迫性的進食行為。⁴⁸

逆齡的重要訣竅

如何實現持久的改變？

要改變行為，說來既簡單又困難。有些人只要了解端粒的效用，就有足夠的動機。例如，他們想像自己的端粒如何遭受磨損，就想要多運動，或是以挑戰反應的模式來因應壓力。

儘管如此，只靠動機通常還不夠。

行為科學告訴我們，如果你想要改變，你必須知道為什麼。然而如要使改變持久，不是只有三分鐘熱度，你需要的就不只是知識了。說到改變，我們的思想往往不是理性的，大抵出於自動模式和衝動。所以，我們伸手去拿甜甜圈，把蔬菜蛋捲擱在一邊，到了要運動或冥想的時間，又為自己找各種藉口不做。身為人類，我們的自我控制力其實沒自己想的那麼強。幸好，我們能從行為科學得知，如何做出持久的改變。

首先，確立你想做出什麼樣的改變。你可透過〈自我評量：你的端粒軌跡如何？〉（見第167頁至176頁），看看你的端粒最需要什麼樣的幫助。選擇一個目標（如運動），並決定你想做出的改變（像是開始健走計畫）。在你開始改變之前，請問自己下面三個問題：

第一、如果最低為1分，最高為10分，請評量你自己準備做出改變的程度。（1分代表你完全沒準備好，10分意謂你已經完全準備好了。）如果你的自我評分是6分或是更低，請再仔細想想，能真正激勵自己去做的動機為何，然後再度評估自己是否已準備做出改變。如果分數沒有增加，請選擇不同的目標。

很多人都很想改變自己的一些行為，然而就是裹足不前，或是心裡出現矛盾。請找出你現在就可以做的小改變。一個改變會帶來另一個改變，因此專注在你現在就想做的小改變上。如果是比較難改的強

迫性行為，如過度抽菸、酗酒、或是暴飲暴食，你可能必須尋求專業教練或治療師的協助，透過「動機訪談」來確立目標、超越障礙及達成目標。¹

第二、為什麼這樣的改變對你而言，意義重大？問你自己，什麼對你來說是最重要的。試著把你的目標和人生優先順序綁在一起，例如：「我想開始健走計畫，因為我希望年老之後，依然可住在自己的家裡，過著健康、獨立的生活。」或是：「我希望能常跟兒孫互動，跟他們相聚、玩樂。」你的目標和價值觀及人生優先順序結合得愈緊密，這樣的改變就愈能持久。請著重在如人際關係、休閒玩樂和人生意義這樣的內在目標，而非名利、別人對自己的看法等外在目標。對於行為改變來說，內在目標的影響比較持久，也能帶給我們更大的幸福感。²

要找到動機，請利用第10章〈逆齡實驗室〉提供的問題。接著，具體想像自己的答案。當你為了建立新的行為碰到困難時，這樣的視覺意象就是你的武器。

第三、如最低是1分，最高是10分，請評估自己對改變的自信心有多少。如果你的得分是6分或更低，就得換成比較小且容易達成的目標。找出把你的得分拉下去的阻礙，制定比較實際的計畫，以克服這些阻礙。用「挑戰」的心態來看這些阻礙——這也是引進一些好壓力的機會。另一個增加效能和成功的方法，則是回想過去克服阻礙的光榮時刻。³

自我效能（self-efficacy）的評估，就像一顆水晶球，可用來預知未來行為。如果有完成某一件任務的自信心，就比較願意嘗試新的行為，遇到阻礙，也比較能堅持下去。⁴自我效能是個正面的循環——只要完成目標的一小部分，就會使人更有信心，進而走到下一步，然後更進一步增強信心。

接下來，看你是要建立新的習慣或是革除舊習，兩者各有不同的策略可供運用。

建立新習慣的訣竅

為了省力，我們的大腦具備自動化的功能。使這種自動化成為你的助力，而非阻力。方法如下：

小改變：如果你從小小的改變開始做起，就可輕鬆建立新習慣。例如，你希望睡多一點，改成每晚提早一個小時上床，那會太難，可從每晚提早十五分鐘開始。要是這樣仍不容易做到，甚至可改為更小的目標，譬如提早十分鐘或五分鐘……只要你感覺容易、沒有壓力，就可以了。你可從這小小的目標開始，漸漸達成原本設定的目標。

夾帶法：你可把小改變，納入日常生活的活動中。⁵ 如此一來，你就不必想什麼時候要做這件事，久而久之，這個小改變就成為常規了。例如，筆者（伊莉莎白）在等電腦下載郵件時，就會利用這個短暫的時間冥想一下。還有一些人則會在中午休息時間散步。把新的行為加在舊的習慣之上，比較容易堅持到底。

早晨是改變的好時機：盡量把想要養成的新習慣，安排在早上。一大早比較不會因為緊急的事要做，而受到干擾。這時，你的動力也比較強。可以想像綠燈在你眼前亮起，上面顯現「做吧！」

不要想東想西，做就對了：該去健身房的時候（或做其他改變的時候），別問自己：「我該去嗎？」做決定是很累人的事。只要你不夠堅定，就可能會告訴自己：「明天再去吧。」因此，別想東想西，該運動的時候，就去運動吧。即使是像僵屍一樣不假思索踏進健身房，也無妨。

為自己慶功：每次實踐了新的習慣，可以為自己打氣說：「太棒了！」、「我做到了！」或是說「大功告成！」也可在每次完成之

時，就把一塊錢的銅板放在小罐子裡，集滿十枚銅板，就給自己小小的獎勵。

戒除舊習慣的訣竅

要戒除舊的不良習慣，需要意志力。遺憾的是，我們的意志力往往很有限。此外，很多不良習慣很容易令人沉溺，例如含糖食物和飲料，會啟動大腦的報償系統。從神經生物學的角度來看，我們在攝取糖分之後會有興奮感，因而難以抵擋甜蜜的誘惑。要戒除這樣的壞習慣，需要耐心和堅持下去的毅力。

增加大腦執行計畫的能力：大腦分析網絡啟動時，是我們控制力最強的時候。前額葉皮質比較活躍時，杏仁體中有些調節情感的部位則會受到抑制。運動、放鬆冥想、以及含有優質蛋白質的食物，都有助於促進精神狀態。（反之，壓力則會造成妨礙。）

身心俱疲時，不要嘗試改變：睡眠不足、血糖低或壓力大，會削弱你的意志力。等到狀況好轉，再來改變。⁶

從環境下手，減少誘惑：不要在家裡擺放糖果、汽水等，以免讓壞習慣蠢蠢欲動。這就是所謂眼不見為淨。萬一家裡真的有餅乾或洋芋片，請擺在櫃子高處，別放在廚房流理臺上的碗裡。也許你能抗拒一次的誘惑，但要在一天之中拒絕多次誘惑，會很累人。你那有限的意志力可能會耗盡。這種點子就叫「刺激控制」——我們必須盡量控制環境，以免被誘人的刺激包圍。

跟隨自然的警醒節律：如此一來，你才有較多的精力，去激發意志力。如果你是夜貓子，晚上比較能抵擋誘惑，但是到了清晨，很可能就投降了。請依照你的警醒節律來計劃，在精神不濟時，吃點健康零食，休息一下。精神與體力恢復之後，才能運用意志力。

最後，還有一個策略幾乎能讓任何人受益，不管你是要開始創立新習慣或是戒除舊習慣，也就是：社會支持。請你的家人和朋友支持你的新目標，告訴他們如何可以幫上你的忙。把你的幫兇或損友變成支持的力量，或者.....離他們遠遠的。你也可以尋找志同道合的人。筆者（伊麗莎）能一直保持跑步的習慣，真要謝謝我的跑步夥伴。

為了幫助你改變，請參看下一頁的「身心甦活之日」建議表。這張表格是以時間做為基礎，列出可能會危害端粒的日常行為，同時也建議你用有益於端粒的行動來取代。

身心甦活之日

每天，你都有機會預防細胞老化，也有可能加速老化。你可保持平衡，讓細胞老化的速率保持不變，更可藉由良好的飲食、充足的睡眠和運動、有意義的工作、幫助他人和社會連結，來延緩細胞老化。

反之，如果你喜歡吃垃圾食物和甜食、經常睡眠不足、或是久坐不動，就會加速老化。身體脆弱加上強大的壓力，一天下來，你的細胞將會折損不少，有可能你的端粒也會因此少了幾組鹼基對。我們還不知道端粒每天受到的影響有多少，但我們確實已經知道行為的長期影響。我們可以設法讓身心甦活，減少端粒的磨耗和細胞的損傷。就從小小的改變開始吧！本書介紹了很多有益端粒健康的做法，也將告訴你如何養成這樣的好習慣。請圈選你希望嘗試的部分。

我們也為讀者設計了「身心甦活之日」計畫表，讓你依據自己的需求來改變。你可影印這一頁來填寫，或是從我們的網站列印，然後貼在冰箱或鏡子上，提醒自己促進細胞新生。請把你想實行的做法，填寫在此計畫表中。早上起床時，你想對自己說什麼？你是否願意在早上抽出幾分鐘，使你的身心充滿能量？看看你是否能在一天的活動當中，插入更多的運動、集中心念增進對抗壓力的韌力、與人建立良好的關係，以及多吃有益端粒健康的食物。

請記住，持久的改變也是一小步、一小步不斷累積而來的。

「身心甦活之日」建議表

時間	不利端粒的行為	有益端粒的行為
起床	預期壓力或恐懼。 一直想今天的待辦事項， 設定今日目標。 老是查看手機。	評估自己的壓力反應。 以欣喜之心起床， 慶幸自己還活得好好的。 期待任何正面的事。
清晨	後悔沒時間做運動。	做適度的心血管運動、 高強度間歇訓練或氣功。

早餐	香腸和貝果。	水果燕麥粥、優格和果仁醬、蔬菜蛋捲。
上班通勤	覺得很趕，擔心遲到。 開車途中焦躁不安。	練習三分鐘呼吸法。
抵達公司	一到辦公室就忙著工作。 預期今天會很不好過。	給自己十分鐘時間適應。 等事情發生，再來因應。
上班	出現自我批判的想法。 工作量太大， 同一時間處理好幾件事。	注意自己的想法。 練習自我同情，不要自我批判。 一次做一件事， 全神貫注在這件事上。 (你是否能一小時不開電郵， 或把手機調到靜音模式?)
午餐	速食、火腿、燻雞。 狼吞虎嚥，吃得很快。	享受新鮮的全食物。 實行正念飲食。
下午	屈服於渴望。 喝含糖飲料、吃糕餅或糖果。	駕馭你的渴望。 吃有益端粒的零食。
下班通勤	不斷反芻。 出現負面思想。	練習自我距離創造法。 練習三分鐘呼吸法。
晚餐	吃加工食品。 邊吃邊看電視或滑手機。	吃全食物(參看本書網站)。 把心思放在與你共進晚餐的人身上。
晚上	忙家事。 因一整天忙得團團轉 而覺得頭暈腦脹、全身虛脫。	運動或嘗試減壓技巧。 自問「我今天是否達成目標？」 回想這一天的生活， 以挑戰反應的模式來評估。 回想開心的事。 營造輕鬆、平靜的睡覺氣氛， 一夜好眠。

我的「身心甦活之日」計畫表

時間	
起床	
清晨	
早餐	
上班通勤	
上班	
午餐	
下午	
下班通勤	
晚餐	
晚上	

第四部

外在世界如何形塑你的端粒

第11章

人際關係和社區環境對端粒的影響

除了我們的思想和我們吃的食物，在我們皮膚之外，如人際關係和我們居住的社區等因素，也會影響端粒。

如果你住在一個互不信賴的社區，天天提心吊膽，深怕遭受傷害，則這樣的生活環境會危害端粒健康。

若是居住在一個安全、美麗、有很多綠樹和公園的社區，不管居民的收入和教育程度如何，則可能使端粒變長。

筆者（伊麗莎）在耶魯大學讀研究所時，經常很晚才從心理研究大樓走路回家。約莫晚上十一點，我走在漆黑的路上，必須經過一間教會——幾年前有人在這裡遭到殺害。即使巷道通常靜寂無聲，我還是心驚肉跳。接著，我走到我住的那條長長的巷道，不時有人在這裡被搶。由於我得靠助學金付房租和生活費，只能住在這種地方。我一邊走，一邊留意背後的腳步聲。我感覺得到我的心在狂跳。此時，我血壓上升，肝臟也釋放葡萄糖到我的血液中，以便讓我在碰到壞人時有氣力逃跑。每晚大概有十分鐘之久，我都得繃緊神經，提防不測。試想，如果住在更危險的地區，繃緊神經的時間更長，壓力豈不更大了？但這是沒辦法的事，因為我沒有錢可以搬到比較好的居住區域。

我們的居住地區會影響健康。社區環境攸關我們的安全感和警覺心，進而影響我們的生理壓力、情緒狀態和端粒長度。除了暴力和不安全，社區對健康的影響還有一個重要層面，那就是社會凝聚力，亦即同一地區居民之間的連結。你和鄰居會互相幫助嗎？社區裡的人互相信賴嗎？他們是否相處融洽而且有相同的價值觀？在你需要別人幫忙時，是不是可依靠鄰居？

社會凝聚力不一定是收入或社會階層的產物。我們有朋友住在環境優美、有柵門的社區，房子則位在綠意盎然的山丘上。那裡的社會凝聚力表面上看起來似乎不錯，例如居民會在國慶日一起野餐，假日也會一起跳舞，但是居民互不信賴，常有衝突，偶爾也有犯罪事件。儘管很多醫師和律師都住在這裡，居民可能一早就被在空中盤旋的警方直升機吵醒——他們正在追緝持槍搶劫的歹徒。如果你家最近在裝潢，你出去倒垃圾碰到鄰居，他可能質問你何時才會完工。你打開手機，查看訊息，或許會發現鄰居為了是否雇用保全和付費問題，吵得不可開交。也許你還不知道住在你隔壁的是什麼人。

有些社區雖然貧窮，但居民彼此都認識，互相信賴，社區意識強烈。雖然居民收入多寡會影響到一個社區的生活品質，然而社區的健康不能只用居民收入來衡量。

與互相信賴、安全無虞的社區相比，住在社會凝聚力低的社區、擔心犯罪事件的人，細胞衰老得比較快。¹ 密西根州底特律的一項研究指出，覺得困在一個社區、想搬走但沒有錢或沒機會這麼做，則和端粒較短相關。²

根據「荷蘭憂鬱與焦慮研究」（NESDA study），調查樣本中，有93%的人評定其社區品質為優良或極佳；但這些社區儘管環境大致良好，可是就更細的評估項目而言，例如公共設施和住家遭到破壞的程度、居民的安全感等，仍然顯現出與端粒長度的關聯性。

也許住在品質較差的社區，較容易罹患憂鬱症？這種事可能發生在你身上嗎？住在社會凝聚力低的地方，可能心理容易受影響——這聽起來應該沒錯吧。我們已知，憂鬱症病人的端粒較短；「荷蘭憂鬱與焦慮研究」便根據這點做了檢測，卻發現住在不安全地區的情感壓力，對居民是否罹患憂鬱症或焦慮症，並未有影響。⁴

住在社會凝聚力低的地區，到底如何影響你的細胞和端粒呢？有人認為，這和警覺心有關。為了自身安全，你不得不隨時提高警覺。

一群德國科學家研究了鄉村居民和城市居民的警覺心。為了引發壓力反應，研究人員讓這兩群受試者做很傷腦筋的數學測驗。他們在做數學題時，頭戴耳機，隨時聽來自研究人員的指示，例如：「你能做快一點嗎？」或是「錯了！重新開始！」研究人員同時利用功能性MRI觀察受試者的腦部活動。他們發現，比起鄉村居民，城市居民做數學測驗時，杏仁體中的威脅反應較大。⁵

為什麼這兩群人會有這樣的差異？因為都市生活比較不穩定，也比較危險。城市裡的人已知道要提高警覺，身體和大腦隨時都準備好面對巨大的壓力反應。雖然這種高度警戒有助於生存適應，但對身心來說，並不健康。也許是因為都市居民活在這種飽受威脅的社會環境之下，端粒就變得較短了。（但都市的噪音和擁擠，則與端粒變短無關。知道這點，或許可讓我們這些都市居民放心一點。）⁶

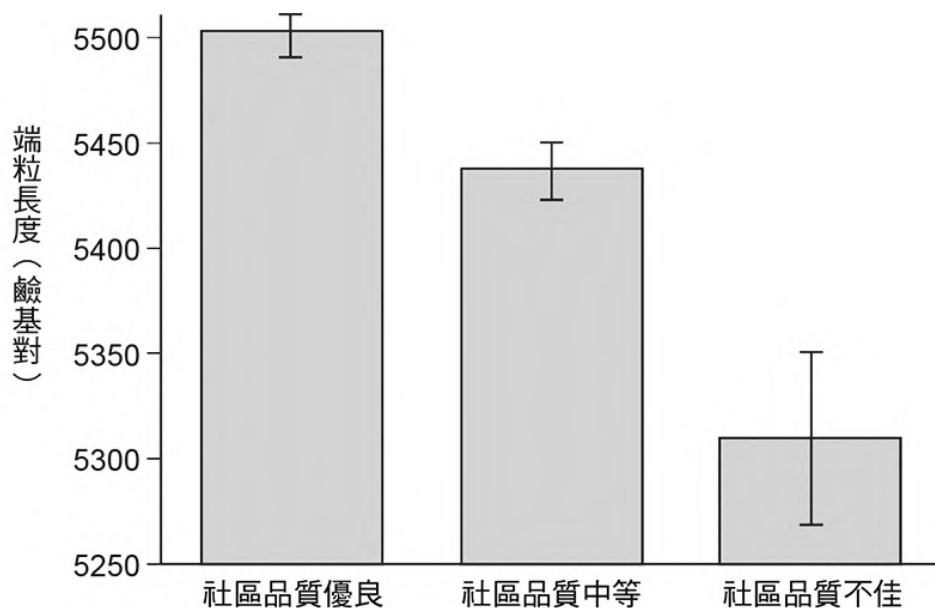


圖25 端粒長度與社區品質的關聯

在「荷蘭憂鬱與焦慮研究」中，社區品質優良，比起社區品質中等和不佳的，居民端粒明顯要來得長。³ 去除年齡、性別、人口統計、鄉鎮、疾病和生活型態等因素的影響後，結果依然相同。

垃圾滿地或綠蔭滿城？

住在有些地區，會使端粒變短，因為這樣的地方讓人難以維持良好的健康習慣。居住地髒亂、不安全、社會凝聚力低，就容易出現睡眠不足的問題；睡眠不足，你的端粒就會受損。⁷

筆者（伊莉莎白）住在紐黑文（New Haven）時，就曾親身體驗居住區對健康習慣的影響。搬到紐黑文之前，我是在英國劍橋做研究。劍橋地勢平坦，是騎腳踏車的天堂，我常騎著腳踏車到處晃。我到紐黑文開始在耶魯大學進行博士後研究，發現紐黑文多平地，也很適合騎腳踏車。我問我實驗室夥伴的第一個問題就是：「我可以去哪裡弄一部腳踏車，讓我在實驗室和家裡來來去去？」

眾人無語。最後有一個人說了：「晚上騎腳踏車回家，不太好吧。腳踏車常會被偷。」我輕描淡寫的說，沒問題啊，我在劍橋時，車子也被偷過，後來買了便宜的二手車代步。大家聽了，又是一番靜默。後來，有人好心解釋給我聽：「在這裡，車子被偷的意思是，就連你人還騎在車上，車子都會被偷。」所以，我在紐黑文就不騎腳踏車了。

其他人若住在信賴度低、犯罪率高的地區，可能也會有類似的結論。很多人每天忙得焦頭爛額，很難在日常生活排出空檔來運動，能好好坐著休息就不錯了。如果住在不安全的地區，想要好好運動，甚至是一種奢求。因為除了安全問題這道障礙，你也很難找到可以做運動的公園或綠地。要在居住品質不良的社區找到運動的地方，實在很不容易。缺乏運動，端粒自然容易變短。

舊金山是全世界最棒的城市之一，居民只要走路就可到博物館、餐廳和電影院，也可把山丘和海灣的美景納入眼底。但這座城市也和很多城市一樣有些地區藏汙納垢，滿地垃圾。對居民，特別是孩童，這點尤其令人詬病。如果一個社區髒亂不堪，有很多空房子，街上到

處是垃圾，住在這裡的孩子的端粒就會較短。如果住家外面出現垃圾或碎玻璃，則可預測居民的端粒會受到影響。⁸

你去過香港嗎？香港市中心的九龍，擁擠嘈雜、到處是五顏六色的霓虹燈，市容看來密集混亂；反之市郊的新界，丘陵起伏、綠意盎然，居民可親近綠樹、公園和河流。2009年有一項研究以九百位香港老人為調查對象，有些住在九龍，有些住在新界。你猜，誰的端粒較短？答案是住在九龍的都市居民。（此研究已控制社會階層和健康行為等因素。）雖然可能有其他因素造成九龍居民的端粒變短，但這項研究顯示：綠色空間和端粒健康有關聯。⁹

你若走到森林深處，呼吸清淨沁涼的空氣，就不難相信接觸大自然可能對端粒有益。我們已知大自然有助於心理康復，因此相信大自然有助於端粒。親近大自然，能帶給人很大的轉變。大自然的美與寧靜，讓人身心安頓，不再為了小事耿耿於懷，讓我們遠離都市的種種聲色刺激，免得我們體內的警醒系統過於活躍。如果我們徜徉在大自然中，大腦就不必同時接收數十種感覺，以免漏接代表危險的訊息。接觸大自然，能幫助我們減輕壓力，使皮質醇的分泌趨於正常。¹⁰

在英國，經濟狀況不佳者過早死亡的比率達93%，幾乎是富人的兩倍；然而如果住在綠意盎然的鄉間，過早死亡的比率只有43%。¹¹很顯然，生活在大自然中，過早死亡的風險就可減少一半。雖然對窮人而言，這是可悲的統計數字，但我們認為：大自然與端粒健康的良性關係，值得更進一步探究。

有錢能使端粒變長嗎？

即使你不是有錢人，依然可能擁有長端粒。如果沒有經濟壓力，能使基本需求得到滿足，當然是助於端粒健康的。有一項研究以路易

斯安納州紐奧良、大約兩百位非裔美國兒童為研究目標，發現貧窮和端粒較短有關。¹²

不過，一旦你的基本需求都能滿足，擁有更多的錢，似乎沒多大幫助。換句話說，並非你賺的錢愈多，端粒就愈長。但是教育程度則是一個影響因素——教育程度愈高，端粒愈長。¹³ 也許教育程度愈高，生活條件愈佳，愈容易發現早期疾病，因此會有這樣的結果，不足為奇。¹⁴

英國有一項研究發現，對端粒長度而言，職業要比社會地位來得重要：與勞工相較，白領階級的端粒比較長。就算是雙胞胎，長大成人之後，也會因為從事不同職業，端粒長度變得不同。¹⁵

對端粒有害的工業化學物質

一氧化碳無臭、無味、無色。累積在地底下或是在礦坑中的一氧化碳，有如隱形殺手，特別是在爆炸或火災後產生的。一氧化碳濃度高，就可能使礦工窒息。因此，在二十世紀初，礦工都會提著關著金絲雀的鳥籠到礦坑裡。礦工把金絲雀當成朋友，工作時會對這些鳥兒唱歌。萬一礦坑中出現一氧化碳，金絲雀就會暈眩搖晃或是摔下來。礦工見狀就知道有危險，會盡快出去或戴上呼吸面罩。¹⁶

端粒就是我們細胞中的金絲雀。端粒就像關在籠中的金絲雀，位於小小的細胞之內，對化學環境相當敏感。一旦我們接觸到有毒的物質，端粒就會受損、變短。化學物質就像是我們住家附近的垃圾，有些工業化學物質則會悄悄毒害我們。

讓我們從**農藥**開始說起。研究已證實有七種農藥會使農夫的端粒變短很多，包括甲草胺（alachlor）、莫多草（metolachlor）、三福林（trifluralin）、百滅寧（permethrin）、2,4-二氯苯氧基乙酸（2,4-dichlorophe-noxyacetic acid，簡稱2,4-D）、毒殺芬（toxaphene）和

DDT。¹⁷ 有一項研究指出，農藥暴露累積劑量愈高，端粒愈短。我們無法斷定，哪一種農藥對端粒造成的傷害較大。研究指出，上述七種農藥都有害。農藥會造成氧化壓力；氧化壓力長期累積下來，就會使端粒縮短。另一項研究也有類似的結果：在菸草田工作的農夫，暴露在一種農藥之下，端粒因而變短。¹⁸

幸好，這些農藥中有幾種在某些地區已經禁用。例如全球都禁止使用DDT（印度除外）。這些農藥一旦噴灑出去，就不會消失，而會存在食物鏈中（這種現象就是所謂的「生物累積」），因此我們不可能活在完全沒有農藥的世界。或許在我們的每一個細胞中，都有微量的有毒化學物質。就連母乳也有，只是哺育母乳還是利大於弊。不幸的是，上述農藥仍有四種（甲草胺、莫多草、百滅寧和2,4-D）依然使用於農業和園藝，這些農藥的產量依然很大。

另一種化學物質**鎘**，也對健康有重大影響。鎘是重金屬，主要是在香菸的煙霧中。在我們的生活環境裡，室內塵埃、汙垢、化石燃料（如煤或油）和都市垃圾的燃燒，都會產生鎘，因此我們體內也有少量可能造成毒害的鎘。研究已經證明：抽菸可能使端粒變短——有鑑於抽菸造成的其他危害，我們一點都不驚訝。¹⁹ 抽菸使端粒變短的一個原因就是鎘。²⁰ 抽菸者血液中的鎘濃度是不抽菸者的兩倍。²¹ 在某些國家和產業，工人因為在廠房中工作而暴露於鎘之下。處理回收廢電器的中國城鎮，居民血液中的鎘濃度很高，胎盤細胞中的端粒也比較短。²² 美國有一項針對成人所做的研究，暴露在鎘之下最嚴重的人，從細胞老化的程度來看，等於多老了十一年。²³

鉛是另一種必須提防的重金屬，鉛可見於一些工廠及比較老舊的住家。有些開發中國家，尚未規定油漆中的鉛含量，人民也還在使用有鉛汽油。這就是另一個可能使端粒縮短的禍首。

雖然針對廢電器回收工廠所做的一項研究指出，鉛含量和端粒長度沒有關聯；另一項以中國電池工廠員工為對象所做的研究，則發現

含鉛工作環境和端粒長短大有關聯。²⁴ 這項研究調查的一百四十四名員工當中，幾乎高達60%的員工，體內鉛濃度已高到符合慢性鉛中毒的程度，比起體內鉛濃度正常或較低者，他們免疫細胞的端粒也明顯變短。

幸好鉛中毒是可以治療的，一旦發現，住院接受螯合（chelation）治療，就可排出體內的鉛。在治療期間，醫師會評估從尿中排出的鉛有多少，進而了解鉛在病人體內的總蓄積量。從這個總蓄積量，可看出長期暴露在鉛之下的情況。總蓄積量愈大，端粒愈短。兩者的相關性為0.70（相關性最大值為1）。相形之下，其他有關端粒長度的變因（如年齡、性別、抽菸、過度肥胖等）變得微乎其微。暴露在鉛之下凌駕在所有因素之上。²⁵

雖然嚴重職業危害是主因，但一般的住家，可能也有會破壞細胞內遺傳物質完整性的有毒物質。有些老房子可能使用含鉛油漆，如果油漆剝落，就會帶來危險。很多城市的輸配水管依然使用鉛管，致使家庭用水和飲水含鉛。密西根州佛林特市在2015年爆發的鉛水風暴，就是令人匪夷所思的悲劇。市政府為了便宜行事，竟然抽取已遭污染的佛林特河水，供應民生用水，讓居民喝了一年半的鉛水。飲用水是污染源，居民體內的鉛濃度也居高不下。其實，還有很多城市因為鉛管老舊，也有飲用水污染的問題。特別讓人憂心的是，比起成年人，鉛水對兒童的智力和神經系統的發展，都有相當不利的影響。有一項研究以曾受到鉛暴露的一群八歲兒童做為調查對象，發現他們的端粒要比沒受到鉛暴露的兒童來得短。²⁶

還有一種化學物質，**多環芳香烴**（polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH），則令人防不勝防。這種化合物是燃燒煤炭、煤焦油、瓦斯、野草、垃圾或其他有機物質（香菸或肉）不完全時形成的。空氣污染也會產生多環芳香烴。如果你吃的食物來自遭污染的土壤或烤肉，就有可能暴露到多環芳香烴，因此一定要當心。

已有多項研究證實，暴露在高濃度的多環芳香烴之下，會使端粒變短。²⁷ 有一項研究指出，孕婦住的地方離馬路愈近，住家附近又較少可對抗空氣汙染的樹木和植物，胎盤細胞的端粒就愈短。所以，孕婦特別必須提高警覺。²⁸

哪些化學物質會讓端粒更長、導致癌症？

有些化學物質可能會使端粒變長。這聽來似乎是件好事，但是請不要忘了，有時端粒變長是細胞生長失控造成的——換言之，也就是癌症。因此，具有基因毒性的化學物質進入我們體內時，我們體內的細胞就可能發生突變或癌變。如果這些細胞的端粒很長，那就可能不斷分裂，變成惡性腫瘤。這就是為何我們非常關心營養補充品的濫用和行銷。這些號稱可延長端粒的產品，並非完全無害。

我們擔心，暴露在化學物質之下和刺激端粒酶活化的補充品，可能對細胞造成傷害，或者這些物質會使端粒酶增加，進而用激進或不恰當的方式改變端粒，而我們的身體還不知如何因應這樣的改變。但是如果你實踐自然健康的習慣，譬如壓力管理、運動、攝取良好的營養、睡眠充足，假以時日，你的端粒酶就會逐漸穩定增加。這種端粒酶自然增加的過程，可以保護端粒，維護端粒健康。有時，生活型態的改變甚至可以讓你的端粒增長一點，又不會刺激細胞過度生長、增加罹癌風險。因為生活型態影響端粒的機制比較安全，和暴露在化學物質之上或使用補充劑，完全不同。

哪些化學物質會使端粒不正常延長？例如戴奧辛和呔喃（這些是工業製程產生的有毒副產品，也常見於肉類乳製品）、砷（常見於飲用水和某些食物中）、空氣中的懸浮微粒、苯（可見於香菸煙霧、汽油和石油製品）、多氯聯苯（PCB，許多國家已禁止在產品中添加多

氯聯苯，這種有毒化合物進入動物身體之後，多儲存在脂肪和內臟之中），這些化學物質都可能會使端粒增長，也會增加罹癌風險。²⁹

實驗證明，有些化學物質會使動物的癌症發生率上升；如果施予的劑量很高，有些則會使細胞產生促進癌症發生的分子變化。化學物質不但有可能使細胞突變、促使癌細胞增生，同時使細胞產生更多的端粒酶，或是使端粒延長，造成癌細胞得以不斷複製。我們猜測在化學物質和癌症的關係中，端粒可能是重要的一環。

從較大的角度來看，根據美國癌症協會在2014年發布的年度癌症發展報告，抽菸是致癌的主因，33%的癌症是由菸害造成的，而10%的癌症則可歸因於職業或環境中的汙染物質。³⁰ 在美國，這樣的比例看來不高，如果是環境和工廠汙染控制較不嚴格的國家或地區，則不知比例會有多高。此外，雖然罹癌風險增加10%這樣的比例看來很小，但在美國每年新增的癌症病例多達一百六十萬例以上，10%就是十六萬個新病例。試想，每年就有十六萬人因為診斷得了癌症，致使自己和家人生活遽變。

而這只是美國的情況。世界衛生組織估算，全球每年癌症新增病例多達一千四百二十萬例。由此推算，其中約有一百四十萬例是環境汙染造成的。³¹

對端粒有害的毒物：

與端粒變短有關的化學物質	與端粒變長有關的化學物質 (這種情況可能是細胞不正常增生或癌變)
重金屬，如鎘和鉛	戴奧辛、呋喃、砷、懸浮微粒、 苯、多氯聯苯
農藥及除草劑： 甲草胺、莫多草、三福林、 2,4-D、百滅寧	
已禁止生產、但仍存在環境中的 農藥：毒殺芬、DDT	
多環芳香烴	

自保之道

環境中有這麼多種無孔不入的工業化學物質，我們該怎麼辦？要完全了解化學物質與細胞遭破壞之間的關聯，還必須進行更多的研究。同時，我們只能盡量小心防範。筆者向來偏好天然製品（你如果不方便購買的話，那就算了），後來得知許多家用清潔劑和化妝品都含有具基因毒性的物質、或是會損害端粒的化學物質，我就開始積極尋找天然製品。

你或許想要改變飲食方式。砷自然存在於井水和地下水中，你可考慮做水質檢測或使用濾水器。要儘量避免使用塑膠瓶或塑膠餐具。即使是標示不含雙酚A（BPA-free）的瓶子，也可能含有其他有害的化學物質。雙酚A替代品一樣可能不安全，只是目前的研究還不夠徹底（再者，如果我們不減少對瓶裝水的依賴，不久之後，海裡的塑膠瓶

就會比魚還多了。) 即使是可以微波的塑膠餐盒，最好也不要使用，因為沒有人可保證高溫加熱不會溶出塑化劑等有毒物質。

如何避免暴露在煙霧、髒空氣或汽車廢氣之下？請盡可能不要住在大馬路邊。不要抽菸（這是戒菸的好理由），也要避免二手菸。樹木、綠地、室內植栽，都能淨化家裡或城市裡的髒空氣，包括揮發性的有機化合物。目前雖然沒有證據可證明更多的植物可使端粒增長，但是如果能更常接近大自然，呼吸新鮮空氣，應有保護端粒的效果，因此，請多去公園走走、種樹，並支持都市綠化吧。至於更多自保之道，請參看第276頁的〈逆齡實驗室〉。

友誼、婚姻與端粒長度的關聯

遠古時代，人類還過著部落生活時，每一個部落都會派幾個人守夜。守夜人整晚提高警覺，看是不是有火災、敵人或是猛獸入侵。因為他們的守護，其他人才能放心熟睡。在那危險的年代，群體生活是確保安全的一個辦法。如果你不相信守夜人，你就不能好好睡覺。因此在古代，缺乏社會資本、不能彼此信賴，就不能過著安穩的生活。

讓我們把時間快轉到當代。三更半夜，你躺在床上的時候，也許不必擔心黑豹會突然撲過來，或是擔心敵人躲在布簾後。儘管如此，自部落年代至今，人類的大腦依然沒有改變多少。我們仍需別人的守護，讓我們「無後顧之憂」。因此，與人連結是人類最重要的需求，建立社會連結是對抗危險訊號最有效的方法。缺乏社會連結，將會使人時時刻刻覺得身在險境。這就是團體凝聚力的重要。

與人連結有許多好處——能得到忠告，也能給人建議，可從別人那裡借東西或是出借自己的東西給別人，一起合作，同喜同悲，因而不會覺得孤單無助。有親友支持和協助的人會比較健康，孤獨的人壓力反應會比較大，而且容易沮喪，壽命也可能變得比較短。³²

由於大鼠是群居動物，如果在實驗室被隔離開來，關在籠中，就會很難受。這樣的大鼠將無法從同伴接收安全訊號，因此覺得壓力很大。比起群居的大鼠，被隔離的大鼠長出乳腺腫瘤的機率，要大上三倍。³³ 研究人員沒測量這些大鼠的端粒；但類似的實驗發現，跟有同伴的鸚鵡相比，單獨關在籠中的鸚鵡，端粒縮短得比較快。³⁴

除了騎腳踏車一事未能如願，我（伊莉莎白）在耶魯大學做博士後研究的日子，大抵還算愉快。但是到了準備找工作的時候，我就開始擔心了。我會因為焦慮而在半夜醒來，一身冷汗，懷疑自己是否真能找到工作。為了在學術界找教職，我必須跨越的一大障礙，就是準備研討會面試。

因為不安，我做過頭了。我急於向外界證明我的研究是可信的，於是把所有的數據都納入要講述的稿子裡。我先在同事面前練習，結果他們的反應……冷冷的。我把太多資料濃縮在我的講稿中，以致別人不知道我在說什麼。我回到共用辦公室，掉下不爭氣的眼淚。實驗室主管高爾（Joe Gall）走到我身邊，說了很多鼓勵的話。接著，朱瑞契克（Diane Juricek）也過來安慰我。她是一位年輕的客座教授（後來冠夫姓，改名Diane Lavett），在鄰近的實驗室工作，我們曾一起參加群組會議並共進午餐。她志願幫我修改講稿，去除過多的數據描述，加強連貫性。後來，她還在隔壁棟大樓的一間大型演講廳幫我彩排。其實，她對我的了解並不深，願意這麼幫我，直教年輕且沒有經驗的我，感動到銘感五內。我終於了解，科學社群可能是什麼樣的群體。

那時，我只是單純感激朱瑞契克為我做的一切。我還不知道我的細胞對於這樣的支持，會有什麼樣的反應。好朋友就像你信賴的守夜人，有他們守護，你的端粒就可得到較周全的保護。³⁵ 你的細胞也會分泌較少的促發炎訊號「C反應蛋白」（CRP）——C反應蛋白濃度過高，是心臟病的危險因子。³⁶

是否你親近的人也會帶給你不安？猶他大學心理學家伯特．內野（Bert Uchino）指出，約有半數的關係雖然是正面的，但有助益的互動較少。內野稱這種關係為「混合型的關係」。不幸的是，這種混合型的關係與端粒較短有關。³⁷（女性與朋友的關係如果是混合型的，則端粒較短。不管男性或是女性，如果與父親或母親的關係是混合型的，端粒都比較短。）這是有道理的。如果是混合型關係的朋友，通常不知道如何提供支援。這樣的朋友不了解你的問題、或是無法提供你真正需要的支持，因此會讓人覺得挫折。（例如，你需要的只是靠在朋友的肩膀上哭泣，朋友卻跟你說一大堆打氣的話。）

婚姻可說五味雜陳，儘管從統計來看，我們認為婚姻對健康的影響不大。婚姻品質愈好，的確對身心健康愈有幫助。³⁸ 婚姻圓滿的人如碰到困難，也比較容易出現具有韌力的壓力反應模式。³⁹ 婚姻幸福也能降低過早死亡的風險。雖然研究人員尚未調查婚姻品質與端粒長度的關係，我們確知已婚者或有生活伴侶者，端粒較長。⁴⁰ 這是來自受試者多達二萬人的遺傳研究結果。一對伴侶的年紀愈大，關聯性愈強。⁴¹

婚姻中的性親密程度對端粒也有影響。我們在最近的研究中，詢問已婚夫婦他們在前一週是否有親密的性行為。回答「是」的夫婦，端粒較長，不管對男性或女性都是如此。這樣的結果無法用關係品質或其他和健康有關的因素來解釋。老年夫婦的性行為次數，比我們的刻板印象更多。三、四十歲已婚人士當中，約有半數夫妻有性行為，如果是六、七十歲的老年夫妻，則仍有35%有性行為（頻率從每週到一月數次都有），不少八十多歲的老夫妻依然能享受魚水之歡。⁴²

反之，怨偶則必須忍耐從對方滲透過來的壓力和負面情緒。如果夫妻吵架，其中一方的皮質醇濃度上升，另一方必然也是。⁴³ 如果一個做先生或太太的，早上起床壓力反應就很大，很可能另一半也是如此。⁴⁴ 由於雙方壓力都大，就沒有人出來化解緊繃的情勢，說道：

「哇，等等。我看得出你很難受。來，深呼吸一下，我們來談談吧，以免事情演變到失控的地步。」我們可以想像，婚姻關係欠佳會讓人如何心力交瘁。我們的生理反應與伴侶同步的程度，比我們想的要來得大。例如，有一項研究觀察多對夫婦在實驗屋中的討論，討論過程有時融洽，有時則針鋒相對。研究人員發現，兩人的心跳速率的變化模式相像，只是其中一人慢了一點才跟上來。⁴⁵ 也許，日後研究人員能用更多方式，顯示我們的生理狀態和親近的人息息相關。

種族歧視與端粒長度的關聯

十三歲的理查住在美國中西部的某一座城市，他到離家幾英里的某個小鎮找朋友。禮拜天早上，他想跟朋友一起去教會。理查和友人靜靜坐在教會接待處，等候做禮拜。理查的父親是牧師，因此他可說是在教會長大的孩子。在他的認知裡，教會是個安全之地，歡迎任何人、接受任何人。

這時，教會有個女性工作人員走到他們面前，不懷好意的問道：「你們在這裡做什麼？」理查和朋友解釋說，他們是來做禮拜的。

那個女人說：「這不是你們該來的地方。」然後要他們離開。

理查是黑人，他猜想那個小鎮的黑人不多，再者可能他跟朋友的穿著打扮不同，才會受到這樣的待遇。

理查回想當時的感受，說道：「我覺得很難受。那個女人讓我相信，我確實不是屬於那裡的人。我和朋友就離開了。但我實在不敢相信這種事會發生在我們身上。後來，我爸寫了封電郵給那個教會的牧師，他確認細節無誤，那個女性工作人員確實對我和我朋友說了那樣的話。如此把人趕出教會，似乎太不人道了。」

歧視是一種很嚴重的社會壓力。歧視可能針對性取向、性別、族群、種族、年齡，不管是哪一種，都是有害的。在此，我們將把焦點

放在種族，因為這是端粒研究的重點。在美國，如果你是黑人，尤其是黑人男性，意謂你比較可能像理查碰到那樣的遭遇。理查說：「我在談論種族主義時，別人總是認為我說的是比較極端的情況。其實，就算是一個小動作也會傷人，例如一個白人母親和一個非裔青少年擦肩而過，就緊抓自己孩子的手。」

不幸的是，極端事例也很常見。非裔美國男性比較可能被指控犯案、或是遭到警方攻擊。現在，由於行車記錄器和iPhone非常普遍，我們常常可在電視上看到這種令人慘不忍睹的場景。警察其實和一般人一樣，會以貌取人，對不同社會族群具有偏見。碰到陌生人時，我們的大腦馬上評估這個人和自己是「同類」或「非我族類」。這個人看起來像我嗎？是否看起來眼熟？如果答案是肯定的，我們本能判斷這個人是熱情的、友善的、值得信賴的。如果看起來和我們不一樣，大腦就會判斷他們可能對我們有敵意，是危險人物。⁴⁶

正如前述，這是立即而無意識的反應。儘管膚色可能引發大腦的自動判斷，但這並不代表我們可基於這樣的判斷歧視他人。所有的人都必須有意識的去矯正這種內在偏見。派利許（Tim Parrish）是1960年代成長於路易斯安納州的白人，現在五十幾歲。他說，他居住的那個社區，種族壁壘分明。他承認，儘管他討厭種族偏見，也不相信這些偏見是真的，但這樣的偏見有時仍不免出現在他腦中。他在紐約《每日新聞》的論壇文章中解釋：「有些信念並不是我們自己選擇的。因此，我們必須時時警戒，解構自己的推論，不要在衝動之下，認為我們是受害者，認為自己是比較文明的族裔。」⁴⁷

在壓力比較小的情況之下，比較容易有這種對抗偏見的自覺，如果情況緊張且瞬息萬變，就比較難有這種自覺。因此，如果你正在開車，又是黑人駕駛，就可能被警察攔下。如果你是在美國的黑人，行為舉措似乎帶有危險性，或者別人不知道你在做什麼，你就可能遭到槍殺。筆者（伊麗莎）外子葛萊瑟（Jack Glaser）是加州大學柏克萊

分校公共政策教授，曾負責培訓警員，以減少種族偏見。他也協助警方調整執法程序，好讓他們不被自動判斷影響，導致種族歧視的事例。雖然葛萊瑟和同事把這樣的工作定義為警務政策管理，但我認為他們做的事有助於為社會減壓，或許也能促進民眾的端粒健康！

被歧視的傷痛很深。非裔美國人比較容易罹患慢性老化疾病，這個族裔中風的發生率，也比美國其他種族的人要來得高。健康行為不佳、貧窮及無法獲得良好的醫療照顧，都是原因，也有可能是因為畢生承受較大的壓力造成的。有一項研究指出，每日遭受歧視的非裔美國人，端粒較短，但白人族裔則比較沒有這樣的問題，因為他們受到的歧視較少。⁴⁸ 歧視的問題其實很複雜，因為我們甚至不知道自己有意種族歧視的心態，而在不自覺的情況下，歧視其他族裔的人。

馬里蘭大學的蔡大衛（David Chae）曾針對住在舊金山地區的低收入年輕黑人男性，進行調查研究。他想知道，如果這些人把常見的社會偏見內化，不知不覺接受社會對他們的負面評價，則其端粒會有什麼樣的變化。光是歧視，端粒的變化效果有限。不過，被歧視的黑人一旦把文化對他們的負面態度內化，則端粒會變短。⁴⁹ 如果你想知道你對黑人的偏見是否已經內化，可利用哈佛大學建立的內隱聯結測驗網站

<https://implicit.harvard.edu/implicit/user/agg/blindspot/indexrk.htm>，接受測試。電腦會根據你把「黑色」一字，和其他負面字眼配對的反應時間，進行評估。如果你心中會自動出現偏見，請勿自責。

未來幾年，應會有更多歧視與端粒長度的研究結果。

生活地區和每天見到的臉孔，會影響端粒。了解這點，可能讓人放心，也可能引發不安。結果會如何，視個人情況而定，包括居住地點、人際關係的品質、歧視內化的程度（因所屬族裔、性別、年齡、性傾向或殘障，而自認為受到歧視）。不管如何，每個人都應採取行

動，去改善社區體質，敏於察覺自己對其他族裔的偏見，創造更正面的社會關係。具體做法請參看本章最後的〈逆齡實驗室〉。

端粒健康竅門

- 人與人之間的連結是無形的，但端粒會顯示這樣的關係。
- 歧視帶來的壓力，會使人受到影響。
- 有毒化學物質會危害我們的健康。
- 我們在社區生活是否覺得安全舒適，住家附近是否有許多樹木、植物或綠地，以及我們身邊的人的情緒和身體健康情況，都會影響到我們。
- 知道環境會如何影響我們時，即可清楚改善的方向，著手建立健康有益的家園。

逆齡實驗室

盡可能遠離有毒物質

我們已描述塑膠製品和汙染的基本預防方法，以免端粒變短或是不正常增長。下面是更進一步的防範之道：

少吃動物脂肪和乳脂肪：某些具有生物累積性的化合物會積存、集中在肉類的脂肪部分。大型、壽命較長的魚也是如此，除非像鮭魚或鮪魚這樣脂肪多的魚類因富含omega-3脂肪酸，對端粒有益，因此可適量食用。

少烤肉：用木炭烤肉，很容易產生多環芳香烴、戴奧辛等毒物。不管用燒烤架或瓦斯爐，燒烤烹煮肉類一定要使用抽油煙機。避免用直火燒烤，更別吃燒焦的部分，不管有多美味，都不能吃。

避免吃殘留農藥的農產品：盡可能吃完全不含農藥的食物，至少在食用、烹煮前，必須仔細洗乾淨。購買有機蔬果、肉類，或是吃自己種植的蔬果。可以在陽臺用盆景種萵苣、羅勒、香草、番茄等。防治蟲害的安全方法，可參照

http://www.pesticide.org/pests_and_alternatives這個網站的建議。

使用天然素材製造的清潔用品：很多清潔用品都可以自己做。做法請參看：<http://chemical-free-living.com/chemical-free-cleaning.html>。

找尋安全無毒的個人保養用品：購買香皂、洗髮精、化妝品等個人保養品或美妝用品時，請詳讀產品標示資訊。你也可到這個網站：<http://www.ewg.org/skindeep>，查閱你使用的產品含有哪些化學物質。若你有疑慮，還是購買有機或百分之百的天然產品。

購買無毒的油漆或塗料：避免購買含有鎘、鉛及苯的油漆塗料。

綠化環境，多買一些室內盆栽：如果要過濾空氣，最好每一百平方英尺（9.2平方公尺，大約3坪）置放兩盆植物。如蔓綠絨、波士頓

蕨、白鶴芋和常春藤都是很好的選擇。

用金錢或行動支持都市綠化：綠色空間對身心大有好處，也能使社區更健康。在人口稠密的大城市，樹木再多都無法去除空氣中的有毒物質。因此，如果你住在城市，可考慮向市政府陳情，要求政府單位設置有空氣淨化功能的戶外看板。這種看板可清除十萬立方公尺中的塵粒和金屬微粒等汙染物質。這樣的淨化能力，相當於一千二百棵樹。⁵⁰

無毒生活：透過寂靜的春天網站（<http://www.silentspring.org/>）下載「無毒生活」（Detox Me）的app。

如何增進社區健康：累積許多小小的改變，就有聚沙成塔的力量

我們舊金山的鄰居在一條空蕩蕩的水泥走道上，放了幾張桌子和板凳，並在桌上擺了可愛的小盆栽，於是成了一個令人驚豔的角落，吸引左鄰右舍前來，坐在這裡休憩、聊天。你也可以如法炮製，或是考慮下列做法：

用藝術品妝點社區：一幅壁畫或一張美麗的海報，就有畫龍點睛之妙，讓人心生希望。西雅圖有一個社區的居民，就和藝術家合作，把空屋用木板釘起來，再畫上櫥窗，看起來就像真的商店，以吸引商家前來進駐，包括冰淇淋店、舞蹈教室、書店等。這個巧思讓企業家看到這個社區的潛力與商機。店家變多了，社區也就不再死氣沉沉，變得欣欣向榮。⁵¹

致力於綠化（尤其你若是都市居民，更當盡力）：社區綠化可降低皮質醇，減少憂鬱症和焦慮症的發生率。⁵² 把一塊空地變成永續經營的蔬果園，或者種植樹木、花圃，打造一座小公園，都對居民身心

大有幫助。空地的綠化也許可減少槍枝暴力和破壞行為，也能使居民更有安全感。⁵³

在社區營造溫馨的氣氛：社會資本可增進健康，因此是寶貴的資源。社會資本的多寡，主要是看社區居民的參與程度，以及社區本身的資源，其中最重要的因素就是信賴。因此請你自告奮勇，踏出第一步。你可以多煮點菜、多烤一些餅乾，放在小盤子裡，分送給鄰居。分享你園圃中的蔬菜或花朵。幫忙鏟雪，志願開車載老人家一程，或是籌組社區守望相助組織。用便條紙寫上歡迎的問候語，貼在新來的人門上，或規畫社區派對。

你也可以在家門口擺一個書櫃，利用這小小的免費圖書館，和鄰居分享好書（參看<https://LittleFreeLibrary.org>）。最近有許多社區都開始流行這種分享書籍的做法。

每一個笑容都是寶貴的：在街上跟人打招呼。人類是群居動物，自然而然對社會線索很敏感，敏於察覺自己被接受或排拒。每天，我們都會跟熟人或陌生人互動，有時可能覺得格格不入、有時則能建立良好關係。如果你像是眼睛長在頭頂上，不與人眼神接觸，自然就會與人疏離。若是你願意笑臉迎人，與人四目相接，就比較容易建立良好的關係。⁵⁴再者，這一刻你對人微笑，下一刻那人也就比較願意幫助另一個人。因此，開始啟動這種善的循環吧。

如何加強親密關係

我們每天醒來之後，幾乎都會看到家人，上班時會看到同事。因此和他們的關係好壞，對健康大有影響。當然，你很容易認為這樣的關係理所當然，因而不以為意。其實，親密關係也需要小心呵護和培養。

表達感謝：例如，對家人說：「謝謝你幫忙洗碗。」或是對同事說：「謝謝你在開會時支持我。」

多陪伴：不要只顧著滑手機，把你的心思放在家人或朋友身上。你的關心就是最好的禮物，而且不必花一分錢。

多抱抱你愛的人：肌膚碰觸可以刺激大腦，分泌催產素（男女皆能分泌，俗稱愛情激素或擁抱激素）。

第12章

人之初：細胞老化始於子宮內

我（伊莉莎白）發現自己懷孕的那一刻，第一個念頭就是想要好好保護未出世的寶寶。因此，一看到驗孕棒檢驗出來的結果，我就立刻戒菸。還好，先前我抽的菸不多，頂多一天幾根。戒菸對我來說並不難，因為我更擔心抽菸會對寶寶有不好的影響。之後，我再也沒抽過菸。同時，我也開始研究該吃什麼。聽了我的產科醫師和醫療團隊的解釋後，我注意從食物取得營養（像是魚、雞肉、葉菜等）。我也開始依照他們的建議，攝取微量的營養補充劑，如鐵和維生素。

直到多年後的今天，我們才比較知道，一個母親的營養和健康狀態，對發展中的胎兒有什麼影響。我們也漸漸了解，尚在子宮內的胎兒，其體內的端粒會出現什麼樣的變化。我想，當年我在懷孕時做的決定，應該對寶寶的端粒有幫助。更令人想不到的是，在我兒子出生之前，我做的選擇及發生在我身上的一切，或許已對我兒子的端粒起點有了正面的影響。

在我們成年之後，端粒會繼續成形。我們做的選擇能使端粒更健康，或是變短得更快。在我們長大到可以自己決定吃什麼、做什麼運動、在慢性壓力威脅到我們DNA的鹼基對之前，這段時間是端粒的初始設定期。有些人一生下來，端粒就比較短，還有一些幸運者在出生之時，端粒就比較長。

你可想見，寶寶出生時的端粒長度會受到基因影響，但是遺傳和端粒的關係相當複雜，遠不只是如此。我們現在已經知道，甚至在孩子還沒出生之前，父母的身心狀況已開始影響孩子的端粒了。這點很重要，因為出生和幼年時期的端粒長度，可以預測成年之後的健康情

況。¹ 孕婦攝取的營養素及感受到的壓力大小，都會影響胎兒的端粒長度。甚至父母的生命史也可能會影響下一代的端粒。一言以蔽之：老化始於子宮。

父母會把自身的短端粒傳給子女

克蘿伊現年十九歲，兩年前懷孕了。由於父母不諒解也不支持，她就離家，跟一個朋友一起租房。為了付自己的租金，她只得從高中輟學，找了一份銷售員的工作，領的是最低工資。儘管生活艱苦，克蘿伊還是決定要給寶寶最好的。她在懷孕的時候，即定期產檢，注意孕期保健，吃醫師開給她的維生素補充劑。儘管她覺得吃那些維生素讓她不舒服，她還是繼續吃。等到兒子出世，克蘿伊發誓要讓這個孩子在愛中長大。

克蘿伊決心讓孩子得到自己沒有的——更健康的身體和滿足的人生。然而，克蘿伊的教育程度不高，或許會間接影響寶寶的端粒——甚至在孩子還在子宮之內，就已受到影響。研究證據顯示，與成功取得高中文憑者相較，如果母親未能完成高中學業，臍帶血的端粒比較短，這意謂寶寶在生命之初，端粒就比較短。² 研究對象如果是較大的兒童，結果也發現：父母教育程度較低，兒童的端粒也比較短。³ 這些研究已控制和排除了其他可能影響端粒的因素，例如出生時體重過輕。

如果後續研究也證實如此，可真是革命性的發現。我們不得不好好想想，為何父母的教育程度會使寶寶的端粒受到影響？

因為端粒是代代相傳的。父母把基因傳給孩子，而基因會影響端粒長度。真正重要的是：父母把端粒長度傳給下一代，還有第二種方式，也就是直接傳遞。透過直接傳遞，在精子和卵子結合的那一刻，

他們已把端粒傳給這個新生命了。這就是「後成遺傳」（epigenetic）的一種形式。

科學家在研究端粒症候群時，發現端粒長度會直接傳遞。你應該還記得，端粒症候群是一種遺傳性的疾病，會使人端粒變得極短，迅速老化。端粒症候群的病人，如第2章的蘿冰，才十幾歲，已滿頭白髮，骨頭也變得脆弱，肺部功能也有問題，或是可能罹患某些癌症。換言之，他們年紀輕輕就已進入抱病壽命。端粒症候群是透過遺傳罹病，父母把端粒的相關突變基因傳給子女。

奇怪的是，在帶有這種突變基因的家庭中，有些孩子卻很幸運，沒遺傳到會導致端粒症候群的基因。你或許會想，這些孩子應可逃過細胞早衰的命運吧。然而，儘管這些孩子身上沒有會導致端粒症候群的基因，依然有輕度到中度早衰的徵兆——雖然不像端粒症候群病人那麼嚴重，卻也顯露早衰跡象，例如年紀輕輕頭髮就白了。研究人員測量這些孩子的端粒，發現他們的端粒特別短。因此，儘管他們身上沒有導致端粒症候群的基因，端粒天生就短。這樣的短端粒就是源於他們父母身上的短端粒，而非遺傳到不良基因。雖然這些孩子的端粒維護基因是正常的，但由於端粒一出生就特別短，很難再補充到正常長度。⁴

怎麼會這樣呢？如果子女不是透過基因遺傳，為何端粒和父母的一樣短？一旦你知道答案，就馬上豁然開朗：因為父母直接把端粒長度傳遞給子宮內的孩子。

胎兒源於卵子和精子結合的受精卵，而受精卵含有染色體（染色體當然包藏了遺傳物質），而受精卵染色體的兩端也有端粒。胎兒是從受精卵發展而來的，因此直接從父母那裡接受端粒——父母的端粒若是長的，受精卵的端粒就是長的；父母的端粒若是短的，受精卵的端粒就是短的。

如果母親全身細胞的端粒都很短（包括卵子細胞），因卵子細胞端粒短，寶寶的端粒一樣會是短的。可以說，在受精卵開始發育的那一刻，端粒就是短的。這就是為何即使孩子沒遺傳到導致端粒症候群的不良基因，端粒依然很短。因此，如果母親的生活環境具有會使端粒變短的因素，她就會把短端粒傳給寶寶。反之，如果做母親的，一直致力於維護端粒健康，就會把穩定、健康的端粒傳給子女。

至於父親的貢獻呢？卵子受精，受精卵除了具有來自母親的染色體，也有源於精子的染色體。精子和卵子一樣，會把端粒直接傳給下一代。研究顯示，雖然父親也會透過精子把端粒直接傳給寶寶，但影響程度不及母親的卵子。根據最近一項針對四百九十名新生兒及其父母所做的研究，寶寶臍帶血的端粒與母親端粒的關聯，要比與父親端粒的關聯來得大，不過父母雙方顯然都會影響寶寶。⁵

到目前為止，有關人類端粒直接傳遞的研究依然不多。由於這樣的研究分別涉及端粒遺傳學和端粒本身，因此我們能把遺傳和生活經驗的影響分開。過去的研究主要是針對有端粒症候群病史的家庭。⁶但筆者和其他研究人員猜想，這應該也會發生在正常人身上。⁷不只是端粒會直接傳遞，我們也將探討：貧窮和不利的社會條件也會代代相傳。

社會條件不利，真的會代代相傳嗎？

在你出生之前，你父母是否過了很長一段苦日子？他們是否窮困或是住在危險地區？你現在已經知道，你母親子宮裡有你這個小生命之前，你父母過的生活會影響他們的端粒。那段生活也會對你的端粒有影響。如果你父母的端粒因為慢性壓力、貧窮、居住地區不安全、暴露在有毒化學物質之下等因素，而變短了，也會把他們的短端粒直接傳給你。甚至你也可能把自己的短端粒，傳給你的子女。

每一個關心下一代健康的人，都會不由得震懾於這種直接傳遞的力量。從端粒症候群家庭病史得到的證據來看，有些不利的社會條件也會傳給下一代。我們已從大型流行病學研究，看到這樣的模式：不利的社會條件和貧窮與疾病有關，和短端粒也有關聯。父母端粒短，可能直接把短端粒傳遞給子宮內的胎兒。這樣的孩子打從出生那一刻起，鹼基對的數目就比較少。

現在，想像這些孩子長大成人，也面臨貧窮和壓力的問題，原本已經很短的端粒，則會進一步遭到損害。一代又一代，就這麼向下沉淪，把愈來愈短的端粒傳給下一代。每一代新生兒，先天條件落後的情況愈來愈明顯，細胞更容易提早老化，也較早進入抱病壽命。受端粒症候群所苦的家庭正是如此：端粒一代比一代短，受到疾病的影響也愈來愈嚴重。

在生命之初，或許從端粒長短，就可看出社會與健康不平等。正如在美國從郵遞區號，就可看出居民的差異。某些郵遞區號代表比較富裕的區域，比起較貧窮的區域，預期壽命可多上十年。比較貧窮的地區會有較多的風險行為，且暴露在暴力之下。因此，居住地區也會影響新生兒的健康。至於一個社區的健康情況，從一代到下一代，可能變得更加複雜。但生物學畢竟不是命運。在我們一生當中，仍可利用許多方法，來維護自己的端粒。



圖26 一出生就衰老？

「媽咪，這個世界為什麼這麼不公平？」有些寶寶因為母親的關係，天生端粒就比較短。此外，母親的身體健康和壓力，對寶寶也有影響，也許母親的教育程度，也會影響到下一代。

懷孕時期的營養：如何餵養寶寶的端粒？

孕婦常聽到這樣的話：「一人吃，兩人補。」這句話的確沒錯：發育中的胎兒必須從母親吃的食物，獲得熱量和營養（但這並不代表母親的食量必須變成原來的兩倍）。似乎，孕婦吃的東西可能會影響寶寶的端粒。現在，我們來看看哪些營養物質和胎兒端粒有關。

蛋白質

動物研究顯示，在懷孕期間即使缺乏的蛋白質不多，仍會使胎兒身上很多組織（例如生殖系統）的端粒加速變短，也可能導致早夭。

⁸ 研究人員餵懷孕雌鼠低蛋白質食物，發現牠們生下的幼雌鼠卵巢端粒較短。這些幼雌鼠氧化壓力較大，粒線體拷貝數也比較多，這代表牠們的細胞承受很大的壓力，為了因應，只好快速複製更多粒線體。⁹

就連雌鼠的第三代，也受到影響。研究人員發現，第三代雌鼠的卵巢組織已出現加速老化的徵兆。這些幼雌鼠氧化壓力大、粒線體拷貝數增加，且卵巢端粒變短。這一代的雌鼠竟因為祖母攝取蛋白質不足，而成了細胞早衰的受害者。¹⁰

輔酶Q

已有許多人類實驗與動物實驗顯示，母親在孕期營養不良，會使胎兒罹患心臟病的風險增加。如果孕婦沒有足夠的食物可吃、或攝取的營養不足，寶寶出生時也許會體重過輕。然而，我們常可在這種體重過輕的寶寶身上，看到反彈效應——這樣的寶寶長大後，可能會有暴飲暴食和病態肥胖的問題。出生時體重過輕的寶寶，患心血管疾病的風險已經增加了，如果在出生後反彈，體重快速增加，則患心血管疾病的風險將會更高。

如同前述，母親營養不良和寶寶日後罹患心臟疾病有關——在這關聯當中的一個因素，就是端粒變短。攝食蛋白質不足的母鼠也和人類一樣，生下的幼鼠體重較輕，也像人類的寶寶，日後會因為反彈效應造成體重增加。劍橋大學研究人員歐贊恩（Susan Ozanne）發現，營養不良的母鼠生下的幼鼠，好幾個器官的細胞端粒都變短，包括主動脈。這些幼鼠體內的輔酶Q（CoQ）濃度也比較低。輔酶Q是一種天然的抗氧化物，主要存在於我們的粒線體中，而粒線體則是細胞能量工廠。輔酶Q不足和心血管系統快速老化有關。歐贊恩發現，如果給幼鼠補充輔酶Q，就可抵消蛋白質不足的效應，包括端粒變短。¹¹ 歐贊恩及同事下結論道：「有罹病風險者早一點補充輔酶Q，或許很有效益，這也是使全球（心血管疾病）負擔減輕的好方法。」

當然，這只是動物實驗的結果，輔酶Q用在人類身上會如何，還不得而知。即使是動物實驗，我們仍不知道是否只有缺乏蛋白質的母鼠生下的幼鼠，能從輔酶Q獲得好處。不管如何，我們該進一步研究輔酶Q對人類端粒是否有助益。若輔酶Q確有幫助，營養不良的孕婦生下的寶寶、以及有罹患心臟病風險者，就可利用這種營養補充劑。由於目前尚無研究針對使用輔酶Q的孕婦，輔酶Q的安全性也還待確認，因此筆者在此不推薦使用輔酶Q。

葉酸

葉酸屬於維生素B群，也是孕期重要的營養物質。你或許知道，葉酸可減少先天性神經管發育缺陷「脊柱裂」的風險。葉酸也可保護染色體中間的著絲粒和亞端粒（端粒與染色體之間區域），避免DNA受到破壞。如葉酸濃度下降到太低的地步，DNA甲基化程度就會變低（失去了「後成遺傳」標記），端粒會變短，或者異常會增長。¹² 葉

酸濃度太低也會產生尿嘧啶。尿嘧啶是一種不穩定的化學物質，可能被納入DNA或端粒當中，使端粒暫時增長。

孕婦葉酸不足，則寶寶的端粒會變短。葉酸也是維護端粒健康的關鍵。¹³ 某些研究指出，若因為基因變異，致使身體難以使用葉酸，則與端粒較短有關。¹⁴

美國衛生與公共服務部（HHS）建議孕婦，應每日攝取四百微克到八百微克的葉酸。¹⁵ 但我們對葉酸不可有多多益善的想法。至少有一項研究提醒我們，孕婦若服用過多維生素營養補充品，反而會使寶寶的端粒變短。¹⁶ 在此，筆者必須再次強調本書的一個重點：過猶不及，適量和均衡至關重要。

寶寶的端粒正在傾聽媽媽的壓力

母親的心理壓力，會影響寶寶的端粒長度。加州大學爾灣分校的韋德華（Pathik Wadhwa）與安崔傑（Sonja Entringer）詢問筆者，是否可一起研究產前壓力與端粒的關係。我們欣然同意，願意一起致力於新生命的研究。雖然這只是一項小型研究，但顯示母親如果在懷孕時遭受嚴重壓力和焦慮，寶寶臍帶血中的端粒會變短。¹⁷ 因此，母親的壓力會影響寶寶的端粒。在最近一項研究中，研究人員調查母親在分娩前一年遭受多少次的壓力事件，發現遭逢最多壓力事件的孕婦，寶寶在出生時，端粒少了一千七百六十對鹼基對。¹⁸

韋德華與安崔傑想知道產前壓力對下一代的影響時間會有多久。他們招募了一群成年男性與女性，問這些受試者，他們的母親是否在懷孕時，曾經承受極大的壓力事件。（受試者必須詢問他們的母親，問母親在懷孕時，是否經歷親人死亡或離婚等重大事件。）研究人員發現，曾在母親子宮內遭受重大壓力事件的受試者，果然不同：他們的胰島素阻抗較大、比較可能過重或是到病態肥胖的地步。在實驗室

接受壓力測驗時，他們分泌的皮質醇也比較多。當他們的免疫細胞受到刺激時，則會釋放出較多的促發炎細胞介素。¹⁹ 這些受試者的端粒也比較短。²⁰ 孕婦如果遭受嚴重的心理壓力，顯然下一代也會受害，對孩子端粒長度的影響，更可能長達數十年。

我們要特別強調：這是指嚴重的心理壓力。幾乎所有的孕婦都有壓力，但這樣的壓力多半是輕微或是中度的，不一定是因為懷孕。只要是人，都會有壓力。如果是輕度壓力，應該不至於使寶寶的端粒受損。

評估孕期壓力的一個重要指標，就是皮質醇。這種荷爾蒙是母親的腎上腺分泌的，能經由胎盤使胎兒受到影響。²¹ 懷孕雌鳥的皮質醇也會進入牠下的蛋中。不管鳥蛋中的皮質醇源於遭受壓力的母親，或是直接把皮質醇注射到蛋中，都會使小鳥的端粒變短。當然，這是鳥類研究，結果不一定能套用在人類身上。但我們已對慢性壓力和端粒有相當的了解，因此建議孕婦最好不要遭受太大的壓力，譬如情緒和身體的傷害、暴力、戰爭、暴露在有毒化學物質之下、食安危機、或是貧困的折磨。至少，我們可藉由社區行動，提供服務給孕婦，或使她們免於在懷孕之初，受到饑餓或暴力等生存威脅。

很顯然，父母對寶寶的端粒健康，影響很大，尤其是母親。接下來，你將看到父母養育孩子的方式，也和孩子的端粒健康息息相關。

雖然後代的健康對每個社會都很重要，我們的社會卻不夠重視。脆弱的年輕世代需要我們的幫助，幫助他們，等於是促進人類端粒的長度，這對人類未來的健康至關重要，也能使人類延長健康壽命。

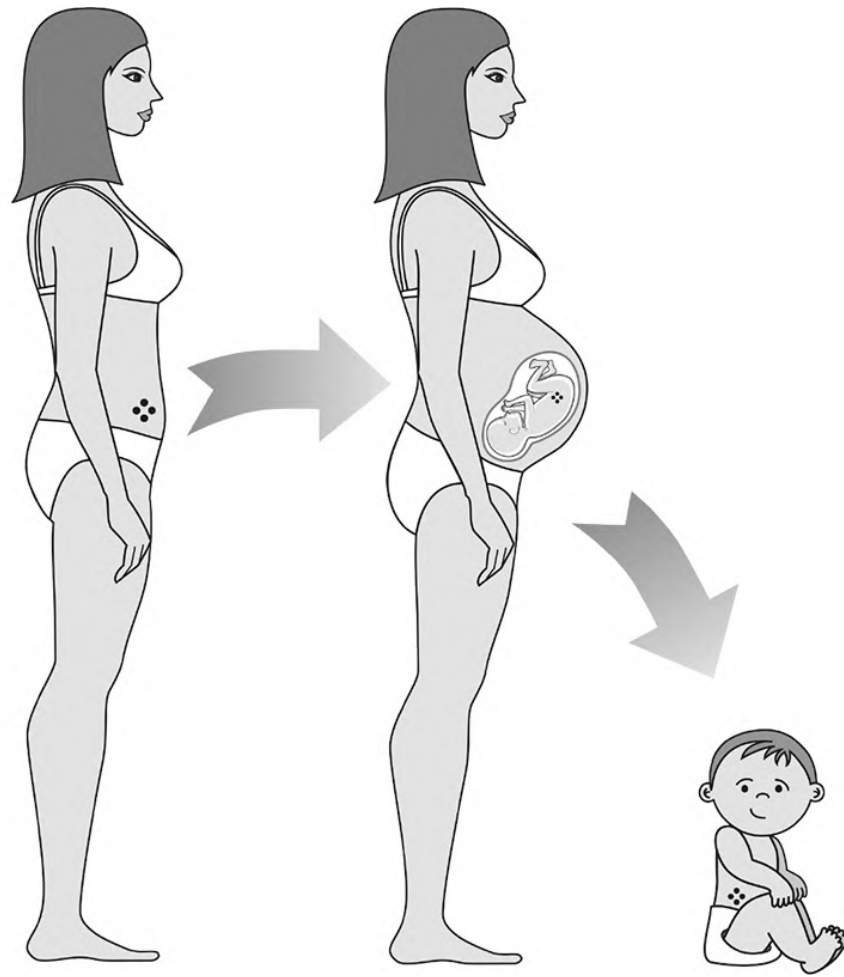


圖27 端粒的傳遞

從祖父母到孫子女的端粒傳遞途徑，至少有三種。如果母親卵子的端粒較短，這些短端粒就會直接傳遞給下一代——這就是所謂的「生殖系列傳遞」（germline transmission）。寶寶身上所有的端粒都會變短，包括自己的生殖細胞（精子或卵子）。在胎兒發育的過程中，來自母親的壓力或是母親不健康，由於母親分泌的皮質醇過多等其他生化因素，也會使寶寶的端粒受損。在出生之後，孩子的生活經驗也可能使自己的端粒變短。孩子生殖細胞中的短端粒又會傳給下一代。細節請參看郝思曼（Mark Haussman）與海汀傑（Britt Heidinger）對人類與動物端粒傳遞途徑的描述。²²

端粒健康竅門

- 有時，端粒長度的傳遞是我們無法控制的，包括基因遺傳和精子、卵子的直接傳遞。如果父親或母親的端粒很短，這很可能直接傳遞給子女。因此，短端粒可能透過這種傳遞方式，不知不覺傳給下一代，致使下一代天生端粒就很短。

- 有時，端粒長度的傳遞則是我們能夠控制的。孕婦遭受嚴重壓力、抽菸、攝取某些營養素（如葉酸），都會影響寶寶的端粒長度。
- 極不利的社會條件，也會透過端粒代代相傳，但這是可以防止的，譬如透過政策，保護生育年齡的婦女，特別是孕婦，使她們免於遭受有害的壓力或吃進有害食物。

逆齡實驗室

子宮也需要綠化

舊金山小兒科醫師葛瑟曼（Julia Getzelman）建議孕婦，不只是住家需要綠化，子宮也需要。如果你懷孕了，請參看前一章〈逆齡實驗室〉有關如何減少暴露在有毒化學物質的部分。你也可考慮下列做法：

- **避免負面壓力**：例如有害的人際關係、衝突、不合實際的工作期限，以免犧牲睡眠或是無法好好進食。人生總是會碰到難關，包括重大問題，只能盡力控制，並尋求親友的支援。
- **增加舒適時間**：上孕婦瑜珈課程，也可跟著影片做。和其他孕婦來往。多散步，最好在樹木和綠地多的地方散步。
- **吃如彩虹般色彩繽紛的食物**：為了寶寶的健康，膳食要有充足的蛋白質，並多攝取一些有保護作用的營養素，如維生素D3、維生素B群（包括葉酸和B12）、多吃魚或服用優質omega-3脂肪酸補充劑和益生菌。
- **最好吃有機食物，避免有農藥殘留或工業化學物質的食物**：少吃體型較大的魚或養殖魚，因為這種魚體內常會累積重金屬或其他工業化學物質。避免糖精及其他人工甘味劑，因為這些物質也會經過胎盤，進入胎兒體內。（即使是新型人工甘味劑，可能也會。希望有更多研究提醒民眾，當心這類人工甘味劑。）罐頭食品內層塗料可能含雙酚A——這種化學物質會干擾我們的內分泌系統。飲食以自然、健康的全食物為原則，要避免加了很多可疑添加物的包裝食品。
- **避免暴露在工業化學物質之下**：在家要經常用拖把拖地，用濕抹布沾醋水擦拭家具表面。至於清潔劑和化妝品的選購，請參看：

<http://www.ewg.org/consumer-guides>。此外，塑膠浴簾、香水和含有香料的產品（如香氛蠟燭），也許含有有毒物質，必須慎選。

第13章

童年會影響一生：幼年生活如何形塑端粒？

童年如暴露在壓力、暴力和營養不良之下，會影響端粒。

但是我們仍有辦法保護脆弱的兒童，使他們免於受到傷害——包括悉心教養及施以輕微的「好壓力」。

2000年，哈佛心理學家兼神經學家尼爾森（Charles Nelson），踏進羅馬尼亞一家惡名昭彰的孤兒院。自1960年代開始，羅馬尼亞領導人齊奧塞斯庫（Nicolae Ceaușescu）為了提高人口資本，用高壓政策禁止墮胎和節育，結果許多人因為無力養育，就把孩子送到孤兒院，造成嚴重的孤兒問題。尼爾森參觀的那家孤兒院，收容了四百名兒童，依年齡和殘疾情況隔離。院方把罹患水腦症和脊柱裂（脊椎骨和神經管未順利閉合的先天性疾病）的病童集中在一個房間，卻沒治療這些孩子。還有一間病房，住在裡頭的孩子有愛滋兒及感染梅毒的兒童，有的病情嚴重，梅毒已侵犯到腦部。

那天，尼爾森也走進健康幼兒待的房間。那裡的孩子約莫二、三歲，由於髮型和穿的衣服幾乎相同，讓人無法區分性別。一個尿濕的孩子站在房間中央哭泣。尼爾森問工作人員，這孩子為何哭泣。

「他的母親今天早上把他送來這裡，就走了，」她說：「這孩子一整天都在哭。」

由於需要照顧的孤兒太多了，工作人員根本沒時間安慰哭泣的孩子。新來的孤兒皆置之不理，愛哭的就讓他們哭個夠。嬰幼兒在嬰兒床上一躺就是好幾天，只能盯著天花板。若有陌生人從身旁經過，孩子會把手從嬰兒床的護欄縫隙伸出來，乞求擁抱。雖然孤兒院的孩子

三餐溫飽不成問題，也有地方住，這個生活環境卻沒有愛，也沒有良性的刺激。

尼爾森和他的研究團隊，在這間孤兒院內設立了實驗室，研究嬰幼兒時期遭到忽視、照管不良，對發育中的大腦有何影響。研究人員也必須建立一套行為準則，以免增加那些孤兒的痛苦，例如不能在孩子面前哭泣。

在這家孤兒院的研究，尼爾森和他的同事杜魯瑞（Stacy Drury）覺得不忍，但認為這些可憐的孩子還是有希望的——雖然幼年遭到忽視會使端粒縮短，如果及早對這些身心受創的孩子伸出援手，則可幫助他們脫離悲慘人生。

儘管羅馬尼亞孤兒院的情況目前已有改善，仍有大約七萬名孤兒等待國際收養組織的援助。¹ 孤兒照護一直是全球性的問題。戰爭以及像愛滋病、伊波拉等傳染病，奪走無數人命，也使非常多的兒童變成孤兒。估計全世界孤兒的數目已多達八百萬人。我們無法無視這樣的問題。²

這個問題也和我們自己的家庭生活相關。端粒知識可做為我們教養兒女的準則，讓我們用對端粒有益的方式，來養育自己的孩子。對曾在童年飽受創傷的成人來說，了解細胞受到的影響之深遠，就知道現在應該好好對待自己的端粒。

從端粒追蹤童年傷疤

在你長大成人的過程中，你的父親或母親是否常喝到爛醉如泥？你的家人是否曾陷入憂鬱？你是否常常害怕父母會羞辱你，甚至對你打罵？

為了要了解美國人的童年群像，有一項研究招募了一萬七千名受試者，請他們回答上面的問題。大約有半數的受試者，在童年經歷至

少一次這樣的創傷事件，25%的人經歷兩次或者更多，6%的人經歷四次以上。最常見的問題是父母吸毒，其次是性侵害和父母患有精神疾病。不管家庭收入高低、或是父母教育程度為何，都可能發生兒童創傷事件。更糟的是，遭遇創傷事件愈多，特別是四次或是更多次的孩子，成年之後較容易出現健康問題，如病態肥胖、氣喘、心臟病、憂鬱症等。³ 這些人嘗試自殺的機率，甚至可能多達十二倍。

童年的創傷會留駐在身體之內，這種效應就稱為「生物性嵌入」(biological embedding)。童年時曾暴露在創傷事件之下的健康成人，童年時遭遇到的創傷事件次數愈多，則端粒愈短。⁴ 短端粒就是早年創傷嵌入細胞之內的一種表現。

短端粒對一個孩子影響深遠。如果有一群小孩，細胞的端粒都很短，幾年後，你再檢查他們的心血管系統，則會發現，這些孩子的動脈壁可能變得比較厚。因此，短端粒可能會使他們提早罹患心血管疾病的風險增加。⁵

這種傷害可能從幼年時期就開始了，只要早一點得到援救，還是可以扭轉悲傷的命運。尼爾森與研究團隊比較了孤兒院的孩子及離開孤兒院、在寄養家庭接受良好照顧的孩子，發現在孤兒院裡待的時間愈久，端粒愈短。⁶ 腦波掃描檢查顯示，很多孤兒的腦部活動較不活躍。尼爾森解釋說：「與一百瓦的燈泡亮度相比，他們的腦部活動就像四十瓦的燈泡。」⁷ 這些兒童的腦容量也比較小，平均智商為七十四，幾乎接近智能遲滯。

孤兒院的孩子，語言發展也比較緩慢，有些甚至有語言障礙。身體成長一樣受阻，頭部較小，同時因為依附 (attachment) 行為異常，使他們難以與人建立長遠的關係。尼爾森說，但是寄養家庭的孩子則展現驚人的復原力。這些孩子雖然還未能趕上在正常家庭、由自己父母撫養的兒童，智商也比不上他們，然而已比孤兒院的孩子高出十分或更高。⁸ 研究人員似乎已發現大腦發展的關鍵期。尼爾森說：「如

果在兩歲前就送到寄養家庭，很多方面的表現都比在兩歲後才送到寄養家庭的孩子，來得好。」⁹ 尼爾森和杜魯瑞帶領的研究團隊，多年來一直在追蹤那些孩子的情況，有些孤兒已經是青少年了。尼爾森等人發現，童年創傷使他們的端粒變短的速率加快。

如果童年確實受到嚴重創傷，但情況沒那麼極端呢？杜克大學研究人員夏雷夫（Idan Shalev）、卡斯皮（Avshalom Caspi）和莫斐特（Terri Moffitt），用棉棒採檢一群五歲大英國兒童的口腔細胞。（端粒也可從頰上皮細胞取得。）五年後，這群孩子十歲大，研究人員再次採檢其口腔細胞。研究人員問這些孩子的母親，在這五年間，孩子是否曾被霸凌、遭家人傷害、或是親眼看到家暴事件？結果發現，暴露在暴力之下最嚴重的孩子，端粒也變得最短。¹⁰

也許這種影響是暫時的，只要生活環境改善，就能好轉。當然我們希望如此。但是在以成年人為對象的研究中，研究人員要求受試者回想童年受到的創傷，發現如果早年經歷創傷事件，端粒較短，顯示童年創傷可能會影響一生。¹¹ 在荷蘭有一項大型研究，受試者皆為成年人。研究人員發現，童年時期遭受創傷，是預測端粒縮短率高的重要因素。¹² 此外，童年創傷，特別是受虐，也和發炎及前額葉皮質較小有關。¹³

童年創傷會留下很深的印記，可能影響一個人的思想、感覺和行為。在兒童時期曾經受創的人，對不同生命經驗的反應比較不靈活。他們常覺得倒楣，生活壓力大。一旦碰到好事，他們則特別欣喜。¹⁴ 這種情緒模式並非不健康，只是情緒波動較大，在情緒的過渡時期不容易適應。幼年曾歷經創傷的人，成人之後的人際關係也比較會出現問題，比較容易在某種情緒的刺激下，暴飲暴食或出現上癮行為。¹⁵ 這種人也比較不會照顧自己。早年受虐可能會影響畢生的身心健康；除非能及早扼止創傷導致的行為模式，否則童年創傷很早就會播下端粒縮短的種子。

童年創傷經驗量表

請用下面的童年創傷經驗量表（共有十道問題），來評估你的創傷經驗數目。¹⁶

在你十八歲之前，你是否曾經歷下列事件：

1. 在家裡的時候，父母或其他成年人是否經常罵你、打你、嫌棄你或羞辱你？他們的行為是否會讓你恐懼遭受傷害？
否 是，則得1分
2. 在家裡的時候，父母或其他成年人是否經常推你、緊緊抓住你、打你耳光、或是把東西丟到你身上？是否曾用力打你，讓你身上出現淤青、或是使你受傷？
否 是，則得1分
3. 是否成年人或大你五歲以上的人，曾經碰觸你的性器官或是要你碰觸他／她的性器官？這樣的人是否要你跟他／她口交、肛交或性交，甚至得逞？
否 是，則得1分
4. 你是否經常或老是覺得家裡沒有人愛你，或者覺得受到家人忽視？你的家人是否不會互相照顧、關係疏遠，也不互相支持？
否 是，則得1分
5. 你是否經常或老是覺得沒有足夠的食物可吃，必須穿髒衣服，而且沒人保護你？或者你父母常喝得酩酊大醉，不能照顧你，無法在你生病時帶你去看醫生？
否 是，則得1分
6. 你的生父或生母，是否因為離婚或遭到遺棄，而與你分離？
否 是，則得1分
7. 你的母親或繼母是否常常或老是推你、緊緊抓住你或打你耳光？你是否常常或老是被踢、被咬、挨揍，或是有人用堅硬的東西敲你的頭、拿東西丟到你身上？你要是被打，是否至少會被打好幾分鐘、或是有人拿槍或刀威脅你？
否 是，則得1分
8. 你是否和酗酒的人或吸毒者住在一起？
否 是，則得1分
9. 與你同居的家人當中，是否有人罹患憂鬱症、精神疾病或者曾試圖自殺？
否 是，則得1分
10. 與你同居的家人當中，是否有人曾經入獄？
否 是，則得1分
11. 總分：（ ）

通常，如果只經歷過一次創傷事件，對健康並無影響，如果經歷三、四次，則可能有影響。如果你在童年曾歷經多次創傷事件，感覺那些事件對你目前的「心態」或生活方式有影響，也先別驚慌。你的童年並不能決定你的未來會如何。例如，你因為童年創傷，

容易在情緒刺激下暴飲暴食，如果你是成年人，這個問題還是可以解決的。你必須了解，你為何會發展出這樣的飲食模式，而且你不一定非得用這種方式來因應不可。在你擺脫這種行為之前，你必須找出適合自己的替代方案，而且設法用比較健康的方式，來忍受痛苦的感覺。

有很多方法可慢慢去除童年創傷的影響。如果你時常回想痛苦的過去，你自己的想法會讓你困住，那就可能需要尋求心理衛生專業人士的協助。請記住：你不是無能為力，你也並不孤單。心理衛生專業人士能幫助你，讓傷害停止。再說，你依然有一些正面特質，例如，曾歷經重大創傷的人，比較有同情心。¹⁷

「惡魔母親」效應

科學怪人閃到一邊吧。今天的研究人員已經知道，如何把正常的母鼠變成惡魔母親。他們利用實驗室操控，使母鼠虐待自己生下的幼鼠。愛動物的人，大概很難接受這樣的事，但這個實驗倒是有助於我們了解童年創傷。如果哺乳期的母鼠不能築巢，就會覺得壓力很大。母鼠不需要高級床墊，只要有衛生紙或碎紙，就可打造一個舒服的小窩。如果突然把母鼠遷移到陌生的地方，牠也會覺得有壓力。因此，如果不給母鼠築巢的材料，甚至突然把牠關在一個新籠子，母鼠就會感覺壓力很大。

試想，你若剛生產完，帶新生兒回家，房東卻跟你說：「好，你終於回來了！在把寶寶放下之前，請聽我說：你必須搬到一個新的地方。對了，我們已經把你的衣物和家具都丟掉了。拜拜！」現在，你該能體會那些母鼠的感覺了吧。

壓力大的母鼠會虐待自己生的幼鼠，會讓幼鼠摔下來，甚至踩在幼鼠身上。餵乳、舔毛、理毛等疼愛幼鼠的行為，也減少了。由於幼鼠的神經壓力反應得不到母親的安撫，就會出現長期的負面影響。幼鼠拚命叫，發出痛苦的訊號。這種惡劣的成長環境，對幼鼠的神經發育有不良影響。和正常、有母親妥善照顧的幼鼠相比，這些可憐的幼鼠腦部杏仁體的端粒較長——因為這部分掌管警報反應。¹⁸ 由於警報

反應一再出現，這部分的端粒因而變得強韌。然而，這樣的發展並非正常。

杏仁體和前額葉皮質的緊密連結，對情緒調節很重要，因為前額葉皮質可抑制警報反應。可惜，受虐幼鼠前額葉皮質細胞的端粒卻很短。我們已經知道：嚴重的壓力會導致杏仁體神經細胞變大、增生，與腦部其他神經細胞相連，與前額葉皮質神經元的連結反而變少，因此幼鼠無法輕易降低壓力反應。¹⁹

母愛剝奪

得不到父母的照顧和關愛，可能損害端粒。美國國家衛生研究院的史歐米（Steve Suomi），過去四十年來一直在研究恆河猴的親子關係。他發現，如果幼猴甫出生就被抱走，獨自關在籠子裡，沒有互動的同伴，就會出現很多問題。這樣的小猴子比較不喜歡玩耍、比較衝動、侵略性較強，壓力反應也比較大（腦中血清素濃度則較低）。²⁰

史歐米想要知道，這些小猴子的端粒損害是否也比較嚴重。最近他和同事隨機將剛出生的幼猴分成兩組，一組由母猴親自撫養，另一組則與母親分開，關在飼育室，時間長達七個月。四年後，研究人員再測量小猴子的端粒，發現與關在飼育室的幼猴相比，由自己母親撫養的小猴子，端粒較長，約多出兩千個鹼基對。²¹

之前我們發現某些社會條件不利的兒童，端粒比較短，曾推測他們也許從出生開始，端粒就比別人短了，可能是先天因素所致。如今在史歐米的實驗中，由於幼猴是一出生就給隨機分配到兩組，因此兩組的端粒長短差異，完全可確定是源於最早的生活經驗不同，是後天因素所致。幸好這是可以彌補的，即使幼猴曾被剝奪母愛，如果之後由祖父母悉心照顧，有些問題就可獲得改善。

如何教養出端粒健康、情緒調節佳的孩子？

儘管遭母親虐待的幼鼠及被剝奪母愛的幼猴，教人看了難過，我們仍可從這樣的動物實驗得到啟發：在母親悉心照顧之下的幼鼠，端粒比較健康，幼猴也是。當然，人類的嬰兒和兒童也需要父母的愛與養育。用心照顧孩子，可幫助孩子發展出良好的情緒調節能力，他們才不會沉溺在負面感覺中，無法自拔。²² 只要你稍微想一下，必然可以想到你認識的哪些人，有情緒調節的問題。有誰是這樣的人呢？他們只要受到一點刺激就會爆怒，或是在開車的時候心浮氣躁。

也許你認識的一些人是另一個極端。由於恐懼，他們寧可結束友誼，而不願想辦法解決。生涯、友誼、甚至是住家外面的世界，只要出現問題，他們則傾向退縮。

大多數人都希望自己的孩子，能學習如何因應困難、解決問題。這確實是可以學習的。寶寶出生之後，已經開始透過父母或照顧者的養育，學習調節情緒。父母就像子女情緒的副駕駛，對孩子的關心可導引孩子，幫助他們了解自己的情緒。父母透過對孩子的安撫、滿足他們的需求，來告訴他們，情緒是可以處理的，而且他們必須信賴別人。於是，孩子就知道痛苦只是一時的，過了就好了。

身為父母的我們，有時不免因為困在車陣中而生氣，或是氣沖沖跳下床，但我們要記住，不見得要當完美的父母，才能幫孩子調節情緒。如偉大的英國小兒科醫師溫尼考特（D. W. Winnicott）所言，只要「夠好」就好了。父母要關愛孩子，自身情緒保持穩定，心理健康，但是絕不需要完美。（相對之下，團體家屋或孤兒院的孩子，得到的照顧遠遠不及正常家庭裡的孩子。他們得不到需要的關心，來發展情緒表達與調節的能力。這個缺點將影響他們一生。）

溫柔擁抱孩子，給他們溫暖和照顧，讓他們覺得舒適，將會為孩子帶來很好的生理效應。科學家相信，受到良好照顧的孩子，知道如

何使用他們的前額葉皮質（大腦的判斷中樞），幫杏仁體及其恐懼反應踩剎車。這些孩子的皮質醇濃度，調節得也比較好。如果帶他們去遊樂園，玩高速旋轉的咖啡杯或小飛機，或是要他們參加重要考試，他們會覺得緊張、興奮，也有一點擔心。這些感覺都是正常的——這正是壓力荷爾蒙的作用。一旦坐完了，或是考完了，皮質醇濃度就會下降。人總不能老是活在高漲的壓力荷爾蒙之下。

受到妥善照顧的孩子，也能體驗催產素的作用。催產素是由大腦下視丘的神經元分泌的，顧名思義，就是能使女性子宮收縮的激素，和女性生產機制有關。但現在科學家已經了解：催產素與情緒反應的控制息息相關。這種荷爾蒙能幫助我們抵抗壓力、降低血壓，給我們舒適愉悅的感受。²³ 和親愛的人接近、擁抱，都會使人分泌催產素。

（以母乳哺育自己的孩子，則能強烈感受催產素的作用。）可惜，一旦孩子進入青春期的，就算父母在身邊關愛呵護，催產素似乎就沒多大作用了。²⁴

經歷一點逆境，也有保護作用

童年時期若遭遇嚴重創傷，不但痛苦，日後罹患憂鬱症和焦慮症的風險，也比較高，端粒也會變短。然而，適度在逆境中受挫，則是好的。

根據研究，童年時有一、兩次創傷經驗者，面對壓力的心血管反應比較健康，輸送到心臟的血流變多，使他們得以面對壓力狀況。換言之，他們有較強的挑戰反應。他們的活力會給激發出來——也許是早年的經驗，讓他們有信心超越障礙。完全沒有創傷經驗者，則表現沒這麼好，會覺得飽受威脅，周邊動脈收縮。（至於經歷最嚴重創傷的人，則會出現過度的威脅反應。）²⁵

我們不是意謂，每一個孩子都應該經歷創傷，只是指出常見的現象。如果創傷並不嚴重，孩子也能在足夠的支持下因應，或許能帶來好處。最重要的是，要教導孩子如何好好因應壓力。不遺餘力的保護他們，讓他們不受挫折，不見得是件好事。正如海倫·凱勒（Helen Keller）所言：「安逸、舒適不利性格發展。唯有經歷試煉和痛苦，才能心靈強健、視野開闊、振奮雄心，進而到達成功的境地。」

脆弱的孩子要如何教養？

如果孩子曾經歷創傷，父母若能加強教養技巧，或許有助於孩子的端粒復原。德拉瓦大學的竇立爾（Mary Dozier）一直是兒童創傷研究領域的專家。受到創傷的兒童有些住在非常狹小的房子，有的則是父母疏於照顧或是目睹家暴，有些兒童的父母吸毒或互相傷害。竇立爾及同事發現，這些孩子大抵端粒較短——除非父母能敏於察覺他們的感受，給予好的回應。²⁶ 對脆弱兒童而言，什麼樣的教養方式比較好呢？請看下面兩個簡短的評量：

1. 你的寶寶還在學走路，一個不小心，頭撞到茶几了。寶寶看著你，好像快哭了。你該說什麼？

- 「噢，寶貝，你還好嗎？要不要抱抱？」
- 「沒關係。自己站起來吧。」
- 「你不該靠近茶几的。離遠一點。」
- 你什麼也沒說，希望寶寶能把注意力轉移到別的地方。

2. 你的孩子放學回來，跟你說，她最要好的朋友要跟她絕交。你怎麼說？

- 「寶貝，怎麼會這樣呢？你想好好談談嗎？」
- 「沒關係，你還會有朋友的。不必擔心。」
- 「她怎麼會想跟你絕交？你到底做了什麼？」
- 「要不要騎腳踏車出去散散心？」

每一個答案似乎都很合理，但是對經歷創傷的孩子來說，只有一個是正確答案，也就是上面兩個題目的第一個答案。在正常情況下，我們會教孩子堅強，別在意那些小小挫折。但是對受傷的孩子而言，

因為他們比較難調節自己的情緒，這麼做未必有幫助。他們仍然需要父母幫他們導引情緒。父母得讓他們安心，說自己真的知道他們遭遇了什麼，也會盡力協助。常常，父母必須不斷這樣安撫孩子。這需要時間和耐心，但孩子終會學會調適並面對問題。長大成人後，如碰到困擾，也比較願意跟父母談。

竇立爾爾已發展出一種療法：依附與生物行為改善法

（Attachment and Biobehavioral Catch-Up，簡稱為ABC），教父母用敏感的方式，來回應心理脆弱的孩子。參與竇立爾研究計畫的人，包括領養外國兒童的一群美國父母。這些養父母並不是沒有教養技巧，他們很有愛心，也很願意為孩子付出。但是他們領養的孩子很可能曾生活在團體家屋，情緒調節力比較差，端粒也遭受損害。總之，他們大抵是飽受創傷的孩子。竇立爾教這些父母先順應孩子的需求，了解他們，再來設法解決。

例如孩子拿湯匙敲碗，父母可能會說：「湯匙是用來吃布丁的，不能這樣敲。」或是「我們來數數看，你敲了幾次。」但這種回應，只是反映了父母自己的想法。竇立爾建議父母跟著孩子一起做，或是平鋪直敘的說：「我聽到你用湯匙敲碗發出的聲音！」這種良好的互動，比較能幫助脆弱兒童學習調節情緒。

對父母來說，這麼做並不難，結果卻令人驚異。有一群因為對孩子疏於照顧、而被兒童保護局列案監管的父母，也參與了竇立爾的研究計畫，學習脆弱兒童的教養方法。在參與計畫前，他們的孩子因皮質醇濃度異常，回應方式粗魯，可見其壓力系統因過度使用而變得疲乏。這些父母接受短期訓練後，孩子的皮質醇濃度變化則比較接近正常，通常在早上的時候高（這是健康的徵象，代表他們已準備面對一天的生活），然後漸漸下降。這種效應不是暫時的，甚至可延續許多年。²⁷

壓力敏感兒童，端粒往往較短

小玫是難帶的寶寶嗎？她的父母苦笑說：「這孩子啼哭了整整三年！」他們希望這強調的語氣，能讓人明白這孩子有多難帶。有些寶寶常常不明原因大哭，這就是所謂的腸絞痛或肚風（colic）。其實，嬰幼兒這樣哭個不停，不一定和消化系統異常有關，成因依舊不明，主要徵象為：一天至少三小時、每週至少三天的不明原因啼哭，通常始自兩週大，高峰期為六週大的時候。

小玫確實是很愛哭的寶寶。她每次喝了奶，會小睡一下，讓爸媽有五分鐘的寧靜時光，接著就哇哇大哭。儘管她名叫小玫，意思是可愛的小玫瑰，但她實在難纏。她爸媽用盡千方百計安撫她，常在她哭鬧時帶她出去散步。結果，老太太常衝到嬰兒車前面，說道：「這寶寶一定有問題！健康的寶寶不會哭成這樣！」

沒問題啊。小玫的爸媽給她吃飽、幫她洗得香噴噴，也很愛她。這寶寶只是太敏感了。她很容易哭，不易入睡或平靜下來——這也就是為何她爸媽說她整整啼哭了三年。只要有一丁點噪音，像是冰箱馬達轉動的嗡嗡聲，就會吵到她。如果陌生人抱她，她就會尖叫，努力掙脫。幾年後，小玫就不肯穿有洗標的衣服，說洗標會讓她發癢。爸媽帶她去照全家福的照片時，她怕強烈的燈光，因此一直緊閉雙眼。日常生活如果有任何改變，她就受不了。小玫如此敏感，和父母的教養方式有關嗎？

她爸媽是不是太寵她、對她有求必應，才會這樣？她爸媽是否該好好教訓她，不管有沒有洗標，他們幫她挑的衣服，她都得穿？小玫的問題其實和氣質有關。氣質是我們與生俱來的人格特質，就像一棟建築物的地基。這個地基可能是穩固的基礎，也可能傾斜或動搖，特別是碰到「大地震」的時候。我們可以了解自己的氣質並學習適應，但無法改變這個「地基」。氣質是天生的，不是後天造成的。

氣質的一個面向，就是壓力敏感度。對壓力敏感的孩子，很容易受到「感染」，也就是說，常會受到環境的影響，不管這影響是好是壞。這樣的孩子對光線、噪音和身體不舒服，都會出現較大的壓力反應。這樣的孩子討厭轉變，像是週末假日結束，星期一要上學，就會出現「星期一效應」。這樣的孩子也不喜歡新的狀況，像是在祖父母家過夜。環境變化會使他們的壓力反應增強，即使是其他孩子不會注意的小改變，也會使他們不安。有些孩子會憤怒或反抗，有些則會把自己的情緒內化，也就是用靜默或鬱鬱寡歡的方式來表達。會把情緒內化的孩子，端粒往往比較短。²⁸ 但是如若情緒過度外顯，甚至表現異常，例如出現注意力不足過動症或反抗叛逆症的病癥，這樣的孩子端粒也比較短。²⁹

研究兒童發展的小兒科醫師博義思（Tom Boyce），追蹤一群孩子從幼稚園升上小學一年級的轉變。對壓力敏感兒童來說，這將是一段很難適應的過渡時期。博義思及同事在這些孩子身上裝了感測器，然後測量他們在適度壓力情境下的生理反應，像是看恐怖片、在他們的舌頭上擠幾滴檸檬汁，當然還有記憶測驗。大多數的孩子都有一點受到壓力的跡象，少數幾個孩子從其自主神經系統和荷爾蒙反應來看，壓力反應則大到極點，似乎他們的身體和腦子都認為房子起火了。壓力反應愈大者，端粒通常愈短。³⁰

你的孩子是溫室裡的花朵嗎？

天生對壓力敏感的人，和端粒與生俱來就比較短的人，似乎一樣不幸。事實上，博義思等人發現：有些環境反而可讓天生對壓力敏感的人發展得很好，甚至比天生對壓力較不敏感的人，要來得好。

博義思從多項研究發現，有些對壓力特別敏感的孩子，如果待在一間擠滿學生、混亂的大教室，或是不良的家庭環境之中，則表現得

很差。但他們若是待在小而安靜的教室，或是父母對他們非常關愛，則他們的表現可能勝過一般兒童，比較不會感冒或是得流感，憂鬱或焦慮的症狀較少，甚至比較不會受傷。³¹

博義思稱這些對壓力敏感的孩子「蘭花」。沒有細心照顧，蘭花就不會開花。若是在溫室最佳條件之下，就能綻放令人驚豔的花朵。約莫20%的孩子具有這樣的「蘭花特質」。再者，如此絕美的花卉並不是父母創造出來的。在沒出生之前，蘭花的種子早已種下。

要了解這樣的「種子」，就得分析這些蘭花兒的基因印記。多巴胺和血清素等神經傳遞物質的相關基因，如果發生變異，帶有這種變異基因者，則對壓力比較敏感。他們就是蘭花。由於基因的關係，對壓力最敏感的人，如能得到支持與呵護，依然能成長得很好。³²

有一項小型的初步研究，招募了四十個男孩為受試者，看孩子的端粒對挫折的反應是否會受到基因印記影響。這些男孩有半數來自穩定的家庭，另一半則來自社會條件不佳者，如貧窮家庭、父母對他們較不關懷、或是家庭結構變化大的。在困苦環境下成長的孩子，端粒較短——尤其是本來就帶有壓力敏感基因者。如果孩子很容易被環境感染，顯然這是不利的，會造成很深的傷害。但這些孩子也顯現出另一面：若他們在穩定的環境下成長，他們的端粒非但沒有變短，反而變得更長、更健康。這項研究顯示，如果能在良好的環境下長大，敏感而且很容易受到環境感染，反而可能成為他們的優勢。³³

這是「個性研究」發人深省的一個故事，這個課題在壓力研究也非常受到矚目。敏感既不是優點，也不是缺點，只是我們分配到的一張牌。如果我們能早一點知道自己手裡有這張牌，好好運用，當然最好。用愛悉心照顧、溫柔矯正、加上規律的生活，蘭花兒就能受益。碰到改變時，他們更需要父母的協助和耐心。由於蘭花兒敏於察覺壓力，也能學習挑戰反應，並得到好處，所以你可教他們自覺訓練和正

念呼吸法，讓他們得以在自我（思想）和壓力反應之間，保持安全距離。

如何藉教養，促進青少年的端粒健康？

父／母：瞧，我今天在你書桌底下那堆亂七八糟的東西裡，發現了什麼。我想，那該是你的歷史報告，是不是？

青少年：我不知道。

父／母：那份報告明天要交。你到底開始做了沒有？

青少年：我不知道。

父／母：可不可以用尊重的態度回答我！

我再問一次：這是不是你明天要交的歷史報告？

青少年：我不想聽你講這些有的沒的！你分明是在嫉妒我，因為你在我這個年紀沒能好好玩。

你根本什麼都不知道！

父／母：你被禁足了。這個星期五晚上不准給我出去。

青少年（大叫）：去你的！

父／母：星期六一整天，也給我好好待在家裡！

到目前為止，我們討論的都是兒童，尤其是幼兒。那青少年呢？從上述親子衝突的對話看來，父親或母親針對的是作業，雙方發生口角，最後問題仍然沒有解決。這種爭吵很常見。這種懸而未決的衝突常讓青少年感到憤怒——心理學家認為，這種憤怒會引發壓力鍋一樣的生理反應，鍋子裡的「壓力湯」因憤怒而沸騰。而憤怒可能使端粒變短。幸好，親子衝突可藉由教養方式的改變來解決。

喬治亞大學研究人員布羅迪（Gene Brody）讓我們看到，父母如果在孩子青少年時期給予支持，對孩子有何影響。布羅迪追蹤了美國

南方鄉下貧困黑人家庭的青少年。這個地區的年輕人高中畢業後，很難找到工作，更別提令人滿意的工作，也沒有人幫助他們度過這個成人前的過渡時期。因此，很多人都有酗酒的問題。布羅迪招募這些青少年，加入他的成人發展計畫（Adults in the Making program），給予這些青少年情感支持和就業輔導，也教他們如何因應種族歧視。這些青少年的父母也在研究人員的要求之下，用清晰明確的語言，告訴孩子要遠離毒品和酒精。青少年及父母還必須一同上六堂課，在課堂中分組練習。但有半數的青少年沒來上課。

五年後，布羅迪測量他們的端粒。他發現：父母常和孩子發生爭吵，也不給孩子情感支持的家庭，孩子的端粒較短，也較可能有吸毒的問題。然而，在這群脆弱的孩子當中，如能藉由成人發展計畫得到情感支持和協助（干預組），端粒則比較長。會有這樣的效應，其中一個原因就是減少憤怒。³⁴

雖然布羅迪的研究，針對的是某一種家庭環境和收入水準的青少年，但是他的發現頗值得我們深思。不管孩子住在哪裡，出身富裕或貧窮，孩子的大腦和身體在青春期都會出現巨大的轉變。由於他們腦部對風險有不同的感知，因而常走上崎嶇之路，面對威脅反倒覺得興奮，甚至喜歡冒險。³⁶ 在老練的成人眼中，這樣的行為當然很可怕。於是父母會憂心忡忡，半夜仍會不斷反芻，但他們的憂慮只會帶來更多的親子衝突。有些衝突或許是難以避免的，但是如果經常發生衝突或這樣劍拔弩張，使家裡的氣氛變得很糟，青少年就會憤怒、反抗，或者把情緒埋在心裡，陷入憂鬱和焦慮。

在青少年變得難以溝通、過度反應的時候，父母該怎麼辦？請參看本章末尾的〈逆齡實驗室〉提出的建議。

我們一直在討論，怎麼幫助因創傷致使端粒受損的孩子。及早干預，給予支持與情緒協調（emotional attunement，指父母對孩子的情緒做出相對反應，讓孩子增加正確表達情緒的信心），都有助益。

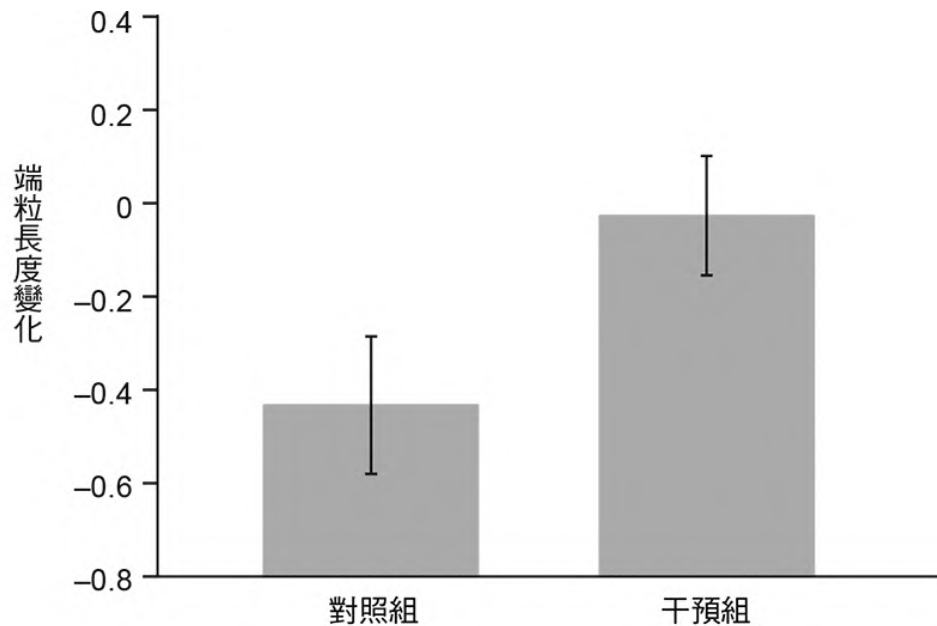


圖28 家庭韌力和端粒長度的關聯

有些青少年雖然得不到父母的支持，但是藉由成人發展計畫得到支持與協助（也就是干預組），五年之後，端粒顯然較長。（這項研究已經調整了其他可能的影響因素，如社會地位、壓力事件、抽菸、酗酒及身體質量指數。）³⁵

如果你在危險的社區或有家暴問題的家庭中長大，或者你的家庭生活貧困，常為了吃住發愁，從小到大生活壓力一直很大，你的端粒就很可能會受到損害。即使如此，你依然可以利用這樣的知識，生出好好照顧自己的端粒的動機。你要先找出自己的老毛病（譬如習慣從食物得到慰藉）。現在，你既然已是成年人，應該對自己的事比較有掌控力了。你也知道如何維護剩下的端粒。你也許想要學習因應壓力反應的技巧——如果能減少壓力反應，你就能保護你的端粒。更棒的是，你也能變得更堅強，能安慰你的孩子、安慰你所愛的人。

端粒健康竅門

- 嚴重的童年創傷，與端粒較短有關聯。創傷影響深遠，直到長大成人之後，例如帶來不良健康行為、無法與人建立良好關係，致使端粒遭受更進一步的損害。如果你在童年時，曾經歷嚴重創

傷，就應當採取行動，從現在起，努力促進自己的幸福感和端粒健康。

- 很雖然，嚴重的童年創傷會帶來很大的傷害，但在童年時，適度遭受壓力也許是好的，很重要，在這段時間務必讓孩子得到足夠的支持。
- 父母如能用愛和情緒協調的方式，來支持孩子，就能維護孩子的端粒健康。對於遭受創傷或天生對壓力比較敏感的「蘭花兒」，這樣的反應尤其重要。

逆齡實驗室

大規模分心武器

寶立爾的「依附與生物行為改善法」，教父母不可對孩子不理不睬，或是在跟孩子說話時心不在焉。不管孩子的情況和氣質如何，如果離不開手機或平板電腦，代表我們跟孩子的連結不夠緊密。

其實，人非常容易分心。如果我們把手機擺在桌上，由於注意力比較分散，也就難以跟人深入交談。³⁷ 數位交談產生的共感與連結比較有限。難怪作家艾耶爾（Pico Iyer）稱智慧型手機為「大規模分心武器」。

因此，我們在此將請你在沒有螢幕的干擾下，和孩子互動。看看你是否可跟孩子好好聊個二十分鐘，雙方都把手機或平板電腦放得遠遠的，把所有的注意力都放在對方身上。也要限制孩子盯著螢幕的時間。不妨和孩子約法三章——有時把規則講清楚，比較有成效。雖然你的孩子可能會抗拒，坐車或吃飯時還是忍不住想用手機，但他們或許會覺得，暫時放下手機也不錯。你應當規定幾個不准使用手機的時段，像是吃飯、上學及放學通勤時、或是回到家的前三十分鐘（以便好好和家人相處）。一旦規則建立好，你就不必每天費盡唇舌，苦勸孩子不要一天到晚黏著手機。

至於「如何比智慧型手機更有智慧」，以及如何限制孩子使用手機，可參看哈佛大學預防研究中心的建議，網址是：<http://www.hsph.harvard.edu/prc/2015/01/07/outsmarting-the-smart-screens/>。

你和你的家人也可參加非營利組織「無廣告童年」（Campaign for a Commercial Free Childhood）每年春天舉辦的「遠離螢幕週」。網址是<http://www.screenfree.org/>。

與你的孩子同調

脆弱的孩子，需要父母敏於察覺他們的感受和需求。你要有同理心，來理解和認同他們的感覺。例如回家功課常是壓力的來源，孩子會為了功課煩惱，如果父母一意想要幫忙，可能反而會讓他們惱怒。

《全腦情緒教養法》和《大腦風暴》的作者席格（Daniel Siegel）提出幾個因應孩子情緒的做法。他說，除非父母能了解孩子的感受、具有同理心，不然還是幫不上忙。

因此，下一次你的孩子遭受壓力時，試著認同他的感覺，例如說「你看起來很煩惱。」你也可以幫你的孩子了解自己的情緒。只要釐清情緒，了解問題的來龍去脈，就能減少情緒強度。席格把這個策略稱為「透過重述來達到平撫的目的」。你可以說：「這次的作業好像很難，是不是？你覺得如何？」如果你希望跟孩子講理，那得先要有同理心，跟他同調。³⁸ 席格稱這種做法為「連結與重新導引」。

不要過度反應

青春期的孩子多半情緒化、喜歡冒險，父母千萬不要輕易和他們發生衝突。如果孩子對你咆哮，除了自動反應、跟著大吼大叫，你還有別的選擇。畢竟，一個巴掌拍不響。有時，你可以叫停，說你現在需要靜一靜。過了一段時間、或是換了一個地方，也許事情就比較好解決。情緒通常來得快，去得也快，等雙方都平靜下來，才能用理性好好交談。在吵得不可開交之時，你也許可以提醒自己，雖然你的孩子人高馬大，看起來像大人，其實內心依然是個小孩。他們需要的是頭腦冷靜、情緒穩定的你，而不是被拖下水的你。

請記住，在那個房間，唯獨你具有成年人的腦，也只有你有能力設法平靜下來，避免衝突愈演愈烈。再者，平靜下來之後，可利用問孩子問題，了解孩子為什麼會如此，而不是告訴他們該怎麼做。

做孩子的榜樣

與另一半的關係融洽、親密，不只是很寶貴，也是重要的教養工具。有一項研究追蹤兒童對父母每日互動的反應，時間長達三個月，看兒童是否出現情感共鳴或模仿行為。如果父母對彼此表現愛意，對孩子不但有比較正面的影響，孩子的端粒也比較長。反之，如果父母經常發生衝突，孩子就會出現負面情緒，端粒也比較短。³⁹

請記住，情緒是會傳染的，敏感的孩子特別容易受到感染。設法使家庭氣氛溫暖一點，時常表達你對家人的愛。你散發的愛，能促進孩子（及其端粒）的健康。

結語

我們的細胞遺澤

人是「宇宙」這個整體的一部分，而宇宙則有時空限制。

人經驗自身，包括自己的思想和感覺，認為自己是獨立的。

但這其實是自我意識的幻視。

對我們而言，這種幻覺就像監獄，使我們囚禁於個人的欲望，而且只對少數幾個與我們最親近的人懷有感情。

因此，我們的任務就是逃離這座監獄，擴展同情心，擁抱所有的生物和整個大自然的美。

沒有人能完全做到這點，但是只要努力去做，就能獲得解放，也能獲得內在安穩的基礎。

——愛因斯坦的名言，1972年3月29日《紐約時報》引述

我們希望你一生健康、幸福。對身體健康而言，生活型態、心理健康和環境，都很重要。這是老生常談了。大家不知道的是，端粒也會被這些因素影響，而且影響的程度是可以清楚量化的。由於這種影響會代代相傳，因此端粒帶來的訊息尤其重要。我們的基因就像電腦硬體，是無可改變的，而後成遺傳（端粒是其中一部分）則像軟體，需要程式設計。我們就是後成遺傳的程式設計師。從某個程度來看，我們可控制化學訊號。我們的端粒隨時都豎起耳朵，注意這個世界的最新情況，並做出反應和調整校正。我們可以一起改進後成遺傳的程式碼。

至於如何保護寶貴的端粒，為了給各位最好的建議，我們研讀了好幾百份研究報告。你已知道心靈如何影響端粒，也知道你的運動習

慣、你的睡眠時間和品質、你的吃的食物，都會形塑端粒。端粒不只是受到身體和心理的影響，整個外在世界也會對端粒產生衝擊——因為你住的地方和你的人際關係形成的安全感，與端粒健康有關。

端粒和人不同，不會判斷。端粒是客觀公正的，對環境的反應也是可以量化的——從鹼基對的數目就可以看出來。端粒因而是衡量內外環境影響健康的理想指標。如果我們願意傾聽端粒告訴我們的，就知道如何避免細胞早衰，使健康壽命增長。事實證明，健康壽命的故事代表美好的一生和理想的世界。對我們自身端粒有益的，也將對我們的孩子、社區和全世界的人，都有好處。

端粒發出的警訊：貧富不均

端粒告訴我們，自生命之初開始，嚴重壓力和創傷的傷痕即會持續，影響到成年之後，甚至下一代也可能一生難逃慢性疾病的折磨。特別是，如果童年時期即曝露在暴力、創傷、受虐和社會經濟條件窘困的情況下，長大成人之後，端粒就會變得比較短。這樣的傷害甚至在孩子還沒出生之前，已經埋下種子。母親若是承受很大的壓力，不但自身端粒會變短，也會把這樣的短端粒傳給胎兒。

自生命形成之初，壓力就會在端粒留下印記。這是警訊。因此，我們呼籲政策制定者，在公共衛生政策加入一個新目標，也就是減輕社會壓力。這不是指要社會大眾多運動、上瑜珈課，而是希望透過社會政策，減少社會環境或經濟造成的慢性壓力。畢竟，社會上不知有多少人被這樣的壓力，壓得透不過氣來。

最糟的壓力——曝露於暴力、創傷、虐待和精神疾病，都和一個因素有關，也就是一個地區的所得不均。例如，貧富差距最大的國家健康情況最糟，暴力問題也最嚴重。如圖29所示，這些國家的人民罹患憂鬱症、焦慮症和思覺失調症的比率也最高。¹

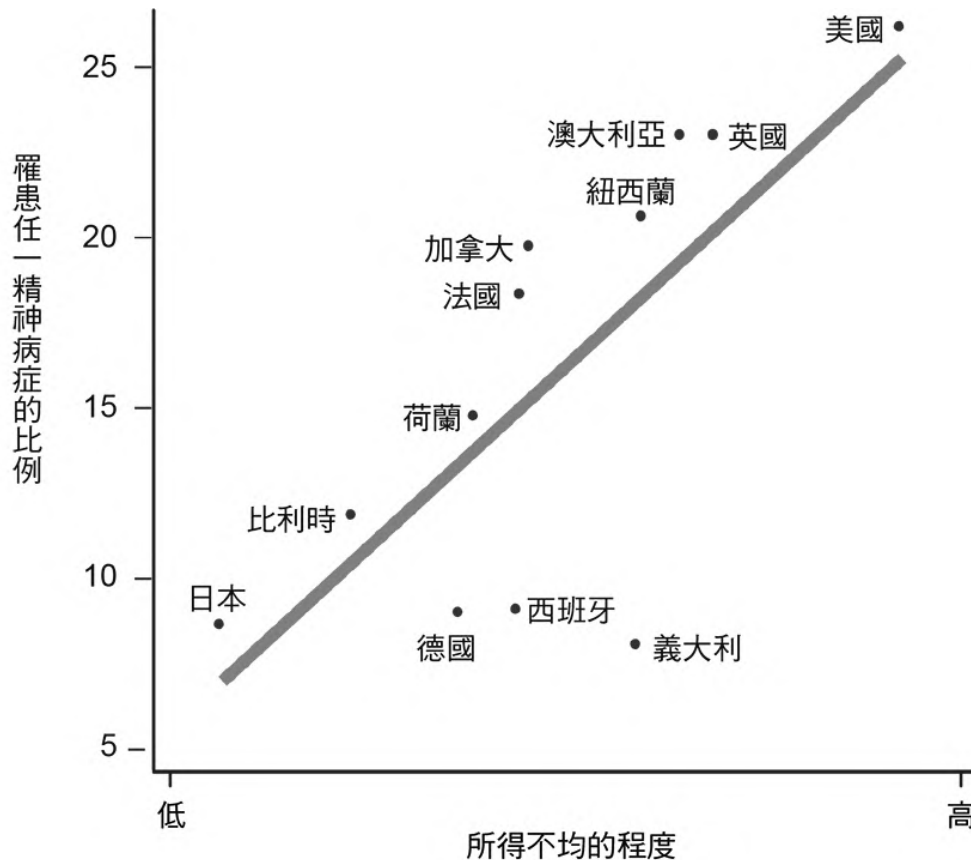


圖29 所得不均與精神疾病

已有許多研究指出：一個地區或國家人民，所得不均與問題行為（如缺乏信賴、暴力、吸毒等）有關，人民的身心健康情況較差。皮凱特（Kate Pickett）與威爾金森（Richard Wilkinson）總結這些研究結果²，圖示了所得不均與心理健康的關係。在這資料集中，日本人民所得不均的程度最輕微，心理健康疾病的發生率也最低，而美國則是另一個極端，所得不均的程度最嚴重，心理健康疾病的發生率也最高。

已有非常多的研究證實這樣的關聯。貧富差距太大，受害的不只是窮人。在這種層級分明的社會，每個人身心健康受損的風險都比較高——社會愈不平等，孩子也就愈不幸。在美國各州，不管富有或貧窮，都可看到這樣的效應。在美國，金字塔頂端那3%的富人擁有所有財富的50%³（難怪美國是全世界貧富不均最嚴重的國家）。反之，瑞典是全世界貧富差距最少的國家，也是最幸福的國家，這個國家的兒童也最健康快樂。遺憾的是，瑞典近年因為減稅，也減掉了福利，貧富差距擴大得很快，兒童福利也縮水了。⁴

我們認為，所得差距會造成兩種不同的老人：一種是老當益壯，擁有健康、穩定、較長的端粒，另一種則身上細胞衰老、端粒極短，猶如風中殘燭。這種差距代表社會壓力、競爭壓力和社會病態，不管富人或窮人都會提早進入抱病壽命。因此，要減少社會壓力，最重要的關鍵就是縮減貧富差距。如果我們能了解，社會裡的每一個人都是互相連結的，應該就有動力去弭平差距。

連結，無所不在

小至細胞，大到社會，每一個人不但都互相連結，也和所有的生物連結。你走你的陽關道，我過我的獨木橋，這種獨立是一種幻覺。其實，不管是身體或心靈，我們的共同特點要比我們了解的，還要來得多。人與人、人與自然及其他生物都緊密相連。我們的身體是由真核細胞組成。約莫在十五億年前，人類尚未登上演化的舞台，一個原始真核細胞吞噬了細菌，兩者共生，因而成為現代真核細胞。今天，存在於我們細胞中的粒線體，正源於在細胞內共生的細菌。我們都是共生的生物。

我們體內有一大部分，來自外在世界。人體體重約有一、兩公斤是外來的微生物。微生物是複雜的群體，寄生於我們的消化道和皮膚上。這些外來者非但不是我們的敵人，更是幫助我們維持體內平衡的益友。如果沒有微生物，我們的免疫系統將會很脆弱而且發展不全。微生物會發送訊號給大腦，萬一失控，我們就會陷入憂鬱。反之，如果我們難過、沮喪或是壓力太大，我們也會影響體內的微生物，破壞其平衡，甚至會傷害到自己的粒線體。⁵

人與人之間的關係也愈來愈緊密，從科技到金融市場、媒體及社交網絡都是。我們已在某種社會文化中生根，我們的思想和感覺都會受到社會及外在環境的影響。⁶ 因此，互相依賴、互相支持，對健康

至關重要。更何況，目前的連結範圍更加廣闊和緊密。不久，全球寬頻將涵蓋世界的每一個角落，讓地球上的每一個人都可透過廉價的網際網路連結。在去年，不管哪一天，全世界每七個人就有一個掛在臉書上。⁷ 這種緊密連結也使我們變成命運的共同體，不得不共同面對一些問題。

地球變成我們共同的家園，一端的污染很快就會藉由風和水流，傳到另一端。我們使這個星球的溫度愈來愈高，最後人人都將嘗到苦果。這個互相連結的徵象，也提醒我們：我們每日所作所為，都會互相影響。

這種連結也會代代相傳。我們已知，身上的端粒會傳給下一代。如果我們這一代的經濟、社會條件不佳，也會透過較短的端粒和其他後成遺傳途徑，傳給子女。因此，端粒可說是我們留給未來社會的訊息。更糟的是，下一代都曝露在有害的壓力之下，端粒變短了，細胞已早衰。美國前總統甘迺迪曾提醒我們：「在我們看不到的未來，孩子就是我們留下的活生生的訊息。」我們不希望這樣的訊息包括早發性的慢性疾病。這也是為什麼我們必須培養同情之心。

給未來的訊息

端粒科學已為我們吹響號角聲，讓我們知道社會壓力將會使我們付出極高的代價——包括個人、身體、社會和經濟，特別是兒童也受到影響。你能做的回應，就是從好好照顧自己開始。

現在，你已經知道如何保護你的端粒，我們希望你能接受這麼一個挑戰：如果你還有幾十年的健康歲月？你會怎麼做？長久的健康壽命能使你生氣蓬勃、精力旺盛，如此一來，你就有更多的時間增進他人的健康及福祉。

當然，我們無法消除壓力和逆境，但是仍然能夠想辦法為最脆弱的人，減輕一點壓力。你已經知道一些人的痛苦，但那只是他們生活的一面。儘管蘿冰是遺傳性端粒功能障礙的病人，但她幫忙招募端粒研究領域的一流人才，撰寫第一本端粒治療臨床指引手冊，協助更多病友減輕痛苦。彼得是醫學研究人員，但他有無法克制食欲的問題，目前他正在世界各地幫助窮困的人，讓自己的人生充滿使命感。派利許在路易斯安納州一個種族歧視色彩濃厚的社區長大。他不斷寫文章和講演，希望幫助我們克服種族偏見。

你希望遺留什麼給後世？我們有機會留下遺澤，然而時間有限。我們的身體是由互相依賴的細胞構成，這個世界一樣是由相依共存的人們組成。不管你是否知道，在這世上，每一個人都有影響力。有些重大改變（例如透過政策改變，來為社會減壓）固然重要，但是小改變也不可忽視。我們和他人的互動方式，也會影響他人的感覺和信賴感。每一天，每一個人都有機會帶給別人正面影響。

端粒的故事可以激發我們，為了促進集體健康而努力。幫助我們的社區和改善共同的環境，則可為人帶來使命感和人生目標——這種做法或許也能促進端粒健康。

在這個社會要對健康有新的認識，就必須把著眼點放在「我們」而不是「自身」。老得健康，並不只是接受一頭白髮，而是把焦點放在內在的健康；老得健康也得注重與他人的連結，並建立安全且互相信賴的社群。端粒研究從分子的層次已經證明：社會健康與否，對於個人幸福有影響。要如何促進個人健康和社會健康，我們現在已經有可以量化的好方法。就讓我們開始吧！

端粒宣言

你的細胞健康與否，會反映在你的心靈、身體及居住的社區。我們相信，自身端粒健康能促進世界的健康。下面就是維護端粒健康的要素：

注意端粒健康：

- 評估自己是否有持續不斷、強大的壓力。你能做什麼改變？
- 把威脅反應轉化為挑戰反應。
- 試著自我同情，也同情他人。
- 做有助於身心恢復的活動。
- 練習思想覺察，以及利用正念提高專注力。思想覺察能為你打開幸福的大門。

維護端粒健康：

- 多動。
- 發展出一套睡眠程序或儀式，讓自己睡得更好、更長。
- 利用正念飲食法來減少暴飲暴食、克制食欲。
- 選擇有益端粒健康的食物——全食物、富含omega-3脂肪酸的食物，別吃培根。

良好的連結，讓端粒更健康：

- 留下與人連結的空間：不要整天盯著螢幕，多留些時間給人（家人、朋友、同事……）。

- 與人建立友好親密的關係。
- 好好陪孩子、專注在孩子身上，給孩子適度的「好壓力」。
- 敦親睦鄰，累積好的社會資本。對陌生人伸出援手。
- 打造碧綠的生活空間。多親近大自然。
- 只要你關心別人，就會產生好的連結。關心也是最好的禮物。

在你的社區和世界促進端粒健康：

- 增進產前照護的品質。
- 保護兒童，使他們免於受到暴力等會影響端粒的創傷。
- 減少不平等。
- 清除環境中的毒素。
- 改善食安法規，讓每一個人都能吃到新鮮、健康、又負擔得起的食物。

社會未來的健康正在成形，我們可從端粒鹼基對，窺看未來社會的健康狀況。

誌謝

要不是汲取許多科學家數十年來辛苦的研究結晶，我們就無法寫出這本書。因為他們，我們才得以了解端粒、老化和行為。作者必須特別向他們致謝。我們還要感謝過去一、二十年來，與我們一起做研究的研究夥伴和學生，儘管我們無法列舉每一位的貢獻，我們對你們的感謝是無盡的。如果沒有你們，就沒有我們的研究成果，尤其是林珏博士。十幾年來，她一直為我們的人類端粒研究計畫努力不懈。林博士細心測量過的端粒長度和端粒酶，總計已有數萬例。她可說是轉譯研究員中的佼佼者，不只在實驗室，也為社區盡心盡力。

我們也要感謝下列人士的貢獻，他們或是在討論中給我們啟迪，或是提供特別的觀點，成為我們寫作的靈感，或是一直支持我們。但若是書中內容有任何錯誤，都得歸咎於我們。謹向他們獻上最深的感謝：Nancy Adler、Mary Armanios、Ozlum Ayduk、Albert Bandura、James Baraz、Roger Barnett、Susan Bauer-Wu、Peter and Allison Baumann、Petra Boukamp、Gene Brody、Kelly Brownell、Judy Campisi、Laura Carstensen、Steve Cole、Mark Coleman、David Creswell、Alexandra Croswell、Susan Czaikowski、James Doty、Mary Dozier、Rita Effros、Sharon Epel、Michael Fenech、Howard Friedman、Susan Folkman、Julia Getzelman、Roshi Joan Halifax、Rick Hecht、Jeannette Ickovics、Michael Irwin、Roger Janke、Oliver John、Jon Kabat-Zinn、Will and Teresa Kabat-Zinn、Noa Kageyama、Erik Kahn、Alan Kazdin、Lynn Kutler、Barbara Laraia、Cindy Leung、Becca Levy、Andrea Lieberstein、Robert Lustig、Frank Mars、Pamela Mars、Ashley Mason、Thea Mauro、Wendy Mendes、Bruce McEwen、

Synthia Mellon、Rachel Morello-Frosch、Judy Moskowitz、Belinda Needham、Kristen Neff、Charles Nelson、Lisbeth Nielsen、Jason Ong、Dean Ornish、Bernard and Barbro Osher、Alexsis de Raadt St. James、Judith Rodin、Brenda Penninx、Ruben Perczek、Kate Pickett、Stephen Porges、Aric Prather、Eli Puterman、Robert Sapolsky、Cliff Saron、Michael Scheier、Zindel Segal、Daichi Shimbo、Dan Siegel、Felipe Sierra、Richard Suzman（歿）、Shanon Squires、Matthew State、Janet Tomiyama、Bert Uchino、Pathik Wadhwa、Mike Weiner、Christian Werner、Darrah Westrup、Mary Whooley、Jay Williams、Redford Williams、Janet Wojcicki、Owen Wolkowitz、Phil Zimbardo與Ami Zota。作者也十分感謝「老化、代謝與情緒實驗室」的成員，特別是Alison Hartman、Amanda Gilbert和Michael Coccia。我們也要謝謝Coleen Patterson為本書畫的插圖。感謝她把我們的構想，轉化為生動的圖案。

我們還要謝謝Thea Singer在《減壓》（*Stress Less*）一書，闡明端粒與壓力的關聯。我們也要感謝在每個禮拜天下午參加本書焦點座談的讀者，以及他們回饋的寶貴意見：Michael Acree、Diane Ashcroft、Elizabeth Brancato、Miles Braun、Amanda Burrowes、Cheryl Church、Larry Cowan、Joanne Delmonico、Tru Dunham、Ndifreke Ekaette、Emele Faifua、Jeff Fellows、Ann Harvie、Kim Jackson、Kristina Jones、Carole Katz、Jacob Kuyser、Visa Lakshi、Larissa Lodzinski、Alisa Mallari、Chloe Martin、Heather McCausland、Marla Morgan、Debbie Mueller、Michelle Nanton、Erica "Blissa" Nizzoli、Sharon Nolan、Lance Odland、Beth Peterson、Pamela Porter、Fernanda Raiti、Karin Sharma、Cori Smithen、Sister Rosemarie Stevens、Jennifer Taggart、Roslyn Thomas、Julie Uhernik與Michael Worden。謝謝意念建築師工作室（Idea Architects）的Andrew Mumm給我們的技術支援。

我們也要在此感謝大方提供個人經驗的朋友，有些匿名，有些列名於下。雖然我們無法把所有的故事收納進來，但在寫作過程中，這些朋友的故事皆讓我們深受感動，感謝這幾位：Cory Brundage、Robin Huiras、Sean Johnston、Lisa Louis、Siobhan Mark、Leigh Anne Naas、Chris Nagel、Siobhan O'Brien、Tim Parrish、Abby McQueeney Penamonte、Rene Hicks Schleicher、Maria Lang Slocum、Rod E. Smith 以及Thulani Smith。

我們還要特別感謝赫希曼文學服務公司的Leigh Ann Hirschman。她的寫作與編輯經驗，大大提升了本書的可讀性。她和我們一起沉浸在端粒科學的世界中，耐心面對我們不斷提出的新研究，適時給我們導引。

我們也感激本書的責任編輯——大中央出版公司（Grand Central Publishing）的Karen Murgolo，謝謝她對這本書深具信心，貢獻她的專長、時間，幫忙出版過程的每一項決策。她的智慧與耐心，讓我們獲益良多。

我們還要在此感謝意念建築師工作室的Doug Abrams。Doug是第一個看出這本書非寫出來不成的人。我們謝謝他的奉獻和編校。因為他的友誼和協助，我們的端粒鹼基對才不至於減損。

最後，我們要感謝我們的家人和親友，謝謝他們長久以來的支持與鼓舞。畢竟光是寫書，就不知耗費多少寒暑，更別提之前為此書立下科學根基的研究歲月了。

我們也要謝謝各位展讀此書。衷心希望本書能帶給你幸福，以及更長的健康壽命。

關於商業端粒檢測

如果你想估量自己的端粒健康，可以先做第167頁到第176頁的〈自我評量：你的端粒軌跡如何？——評估端粒的保護因子與危險因子〉。你也可以前往基因科技公司，自費接受端粒長度檢測。但是你真的該這麼做嗎？要是你想戒菸，不必做肺部活體組織切片吧！不管是否接受端粒檢測，很多人或許已在設法使身心獲得充分的休息，以恢復氣力（如充分的睡眠、運動、良好的飲食、正念冥想、在大自然中散步等）。

我們很好奇，一般人得知端粒檢測的結果，會有什麼反應？例如若是一個人知道自己端粒很短，這個結果是否會讓人陷入沮喪？因此我們招募受試者，為他們檢測端粒、告知他們結果，然後追蹤他們的反應。一般而言，如果端粒長度正常，大多數人不是平常以對，就是感到欣喜；如果是端粒較短的人，則難免在接下來的幾個月，會覺得沮喪。

要不要做端粒檢測，完全是個人決定。只有你能決定：如果知道自己的端粒長度，是不是有好處。你可以先想像：萬一你知道自己的端粒很短，你會更有動機去促進健康，或是陷入沮喪？

若得知自己端粒很短，其實就像是看到汽車儀表板亮起「檢查引擎」的燈號。這只是一個跡象，讓你知道，你必須仔細注意自己的健康和生活習慣，並加緊努力。

有人經常問我們，是否做了端粒檢測？

我（伊麗莎）在好奇之下做了這項檢測。結果不錯，看來可以安心。但我總是告訴自己：端粒長度只是一種健康的統計指標，不能用來預測未來。

我（伊莉莎白）至今仍未接受端粒檢測。如果我的端粒很短，我還是別知道比較好。儘管我每天忙得不可開交，我還是會試著多做一些有益端粒健康的事。端粒發展的長久軌跡，要比單次檢測的結果來得重要。只有從端粒發展的歷程來看，才知道細胞複製的能力如何。不管如何，這只是一種標記。希望將來有人能發明一種健康演算法，納入多種生物標記和健康變因，那會比較有幫助。如果這種演算法具有預測價值，而且方便一再利用，我就願意試試看。

至今，只有幾家私人基因公司提供端粒檢測的服務。

我們不知這樣的檢測正確性和可靠性如何。由於這方面的資訊常有變動，細節請參看本書網站。今天，端粒檢測的費用大約是一百美元至五百美元。

然而，還有幾點要請讀者注意：目前端粒檢測仍不受政府法規約束，因此，政府機關不會調查這些提供服務的基因科技公司，他們的檢測方法是否正確，也不管他們告知你的訊息是否會有差錯。

儘管大家都很好奇端粒檢測的結果，我們必須再次提醒各位：端粒不一定能用來預測未來。就像抽菸。即使你抽菸，並不代表你將來一定會罹患肺部疾病。若是你不抽菸，也不保證你永遠不會得肺病。但有關抽菸的統計數字還是值得參考：你抽的菸愈多，得肺氣腫、肺癌等嚴重肺疾的風險愈高。

戒菸有很多好處；完全不抽菸，好處更多。同樣的，已有無數研究指出端粒長度與健康或疾病有關聯，我們可以利用這些資料做為維護端粒健康的指南。你大可知道自己的端粒長度，然而要避免細胞早衰，這個資訊其實派不上用場。

參考資料

寫作緣起

1. "Oldest Person Ever," Guinness World Records, <http://www.guinnessworldrecords.com/world-records/oldest-person>, accessed March 3, 2016.
2. Whitney, C. R., "Jeanne Calment, World's Elder, Dies at 122," *New York Times*, August 5, 1997, <http://www.nytimes.com/1997/08/05/world/jeanne-calment-world-s-elder-dies-at-122.html>, accessed March 3, 2016.
3. Blackburn, E., E. Epel, and J. Lin, "Human Telomere Biology: A Contributory and Interactive Factor in Aging, Disease Risks, and Protection," *Science* 350, no.6265 (December 4, 2015): 1193-98.

前言 啟動你的逆齡計畫吧！

1. Bray, G. A. "From Farm to Fat Cell: Why Aren't We All Fat?" *Metabolism* 64, no.3 (March 2015):349-353, doi:10.1016/j.metabol.2014.09.012, Epub 2014 Oct 22, PMID: 25554523, p. 350.
2. Christensen, K., G. Doblhammer, R. Rau, and J. W. Vaupel, "Ageing Populations: The Challenges Ahead," *Lancet* 374, no.9696 (October 3, 2009): 1196-1208, doi:10.1016/S0140-6736(09)61460-4.
3. United Kingdom, Office for National Statistics, "One Third of Babies Born in 2013 Are Expected to Live to 100," December 11, 2013, The National Archive, <http://www.ons.gov.uk/ons/rel/lifetables/historic-and-projected-data-from-the-period-and-cohort-life-tables/2012-based/sty-babies-living-to-100.html>, accessed November 30, 2015.
4. Bateson, M., "Cumulative Stress in Research Animals: Telomere Attrition as a Biomarker in a Welfare Context?" *BioEssays* 38, no.2 (February 2016): 201-12, doi:10.1002/bies.201500127.
5. Epel, E., E. Puterman, J. Lin, E. Blackburn, A. Lazaro, and W. Mendes, "Wandering Minds and Aging Cells," *Clinical Psychological Science* 1, no.1 (January 2013): 75-83, doi:10.1177/2167702612460234.
6. Carlson, L. E., et al., "Mindfulness-Based Cancer Recovery and Supportive-Expressive Therapy Maintain Telomere Length Relative to Controls in Distressed Breast Cancer Survivors." *Cancer* 121, no.3 (February 1, 2015): 476-84, doi:10.1002/cncr.29063.

第1章 細胞早衰，會讓你身心都衰老

1. Epel, E. S., and G. J. Lithgow, "Stress Biology and Aging Mechanisms: Toward Understanding the Deep Connection Between Adaptation to Stress and Longevity," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 69 Suppl. 1 (June 2014): S10-16, doi:10.1093/gerona/glu055.
2. Baker, D. J., et al., "Clearance of p16Ink4a-positive Senescent Cells Delays Ageing-Associated Disorders," *Nature* 479, no.7372 (November 2, 2011): 232-36, doi:10.1038/nature10600.
3. Kronic, D., et al., "Tissue Context-Activated Telomerase in Human Epidermis Correlates with Little Age-Dependent Telomere Loss," *Biochimica et Biophysica Acta* 1792, no.4 (April 2009): 297-308, doi:10.1016/j.bbadis.2009.02.005.
4. Rinnerthaler, M., M. K. Streubel, J. Bischof, and K. Richter, "Skin Aging, Gene Expression and Calcium," *Experimental Gerontology* 68 (August 2015): 59-65, doi:10.1016/j.exger.2014.09.015.
5. Dekker, P., et al., "Stress-Induced Responses of Human Skin Fibroblasts in Vitro Reflect Human Longevity," *Aging Cell* 8, no.5 (September 2009): 595-603, doi:10.1111/j.1474-9726.2009.00506.x; and Dekker, P., et al., "Relation between Maximum Replicative Capacity and Oxidative Stress-Induced Responses in Human Skin Fibroblasts in Vitro," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 66, no.1 (January 2011): 45-50, doi:10.1093/gerona/glq159.
6. Gilchrest, B. A., M. S. Eller, and M. Yaar, "Telomere-Mediated Effects on Melanogenesis and Skin Aging," *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings* 14, no.1 (August 2009): 25-31, doi:10.1038/jidsymp.2009.9.
7. Kassem, M., and P. J. Marie, "Senescence-Associated Intrinsic Mechanisms of Osteoblast Dysfunctions," *Aging Cell* 10, no.2 (April 2011): 191-97, doi:10.1111/j.1474-9726.2011.00669.x.
8. Brennan, T. A., et al., "Mouse Models of Telomere Dysfunction Phenocopy Skeletal Changes Found in Human Age-Related Osteoporosis," *Disease Models and Mechanisms* 7, no.5 (May 2014): 583-92, doi:10.1242/dmm.014928.
9. Inomata, K., et al., "Genotoxic Stress Abrogates Renewal of Melanocyte Stem Cells by Triggering Their Differentiation," *Cell* 137, no.6 (June 12, 2009): 1088-99, doi:10.1016/j.cell.2009.03.037.
10. Jaskelioff, M., et al., "Telomerase Reactivation Reverses Tissue Degeneration in Aged Telomerase-Deficient Mice," *Nature* 469, no.7328 (January 6, 2011): 102-6, doi:10.1038/nature09603.

11. Panhard, S., I. Lozano, and G. Loussouam, "Greying of the Human Hair: A Worldwide Survey, Revisiting the '50' Rule of Thumb," *British Journal of Dermatology* 167, no.4 (October 2012): 865-73, doi:10.1111/j.1365-2133. 2012.11095.x.
12. Christensen, K., et al., "Perceived Age as Clinically Useful Biomarker of Ageing: Cohort Study," *BMJ* 339 (December 2009): b5262.
13. Noordam, R., et al., "Cortisol Serum Levels in Familial Longevity and Perceived Age: The Leiden Longevity Study," *Psychoneuroendocrinology* 37, no.10 (October 2012): 1669-75; Noordam, R., et al., "High Serum Glucose Levels Are Associated with a Higher Perceived Age," *Age (Dordrecht, Netherlands)* 35, no.1 (February 2013): 189-95, doi:10.1007/s11357-011-9339-9; and Kido, M., et al., "Perceived Age of Facial Features Is a Significant Diagnosis Criterion for Age-Related Carotid Atherosclerosis in Japanese Subjects: J-SHIPP Study," *Geriatrics and Gerontology International* 12, no.4 (October 2012): 733-40, doi:10.1111/j.1447-0594.2011. 00824.x.
14. Codd, V., et al., "Identification of Seven Loci Affecting Mean Telomere Length and Their Association with Disease," *Nature Genetics* 45, no.4 (April 2013): 422-27, doi:10.1038/ng.2528.
15. Haycock, P. C., et al., "Leucocyte Telomere Length and Risk of Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-analysis," *BMJ* 349 (July 8, 2014): g4227, doi:10.1136/bmj.g4227.
16. Yaffe, K., et al., "Telomere Length and Cognitive Function in Community-Dwelling Elders: Findings from the Health ABC Study," *Neurobiology of Aging* 32, no.11 (November 2011): 2055-60, doi:10.1016/j.neurobiolaging.2009.12.006.
17. Cohen-Manheim, I., et al., "Increased Attrition of Leukocyte Telomere Length in Young Adults Is Associated with Poorer Cognitive Function in Midlife," *European Journal of Epidemiology* 31, no.2 (February 2016), doi:10.1007/s10654-015-0051-4.
18. King, K. S., et al., "Effect of Leukocyte Telomere Length on Total and Regional Brain Volumes in a Large Population-Based Cohort," *JAMA Neurology* 71, no.10 (October 2014): 1247-54, doi:10.1001/jamaneurol.2014.1926.
19. Honig, L. S., et al., "Shorter Telomeres Are Associated with Mortality in Those with APOE Epsilon4 and Dementia," *Annals of Neurology* 60, no.2 (August 2006): 181-87, doi:10.1002/ana.20894.
20. Zhan, Y., et al., "Telomere Length Shortening and Alzheimer Disease— A Mendelian Randomization Study," *JAMA Neurology* 72, no.10 (October 2015): 1202-03, doi:10.1001/jamaneurol.2015.1513.
21. If you would like, you can contribute to studies on brain aging and disease without having to get your brain scanned, or even show up in person. Dr. Mike Weiner, a noted researcher at

- UCSF who leads the largest cohort study of Alzheimer's disease worldwide, developed the online Brain Health Registry. By joining the Brain Health Registry you answer questionnaires and take online cognitive tests. We are helping him study the effects of stress on brain aging. You can find the registry at <http://www.brainhealthregistry.org/>
22. Ward, R. A., "How Old Am I? Perceived Age in Middle and Later Life," *International Journal of Aging and Human Development* 71, no.3 (2010): 167-84.
 23. 出處同上。
 24. Levy, B., "Stereotype Embodiment: A Psychosocial Approach to Aging," *Current Directions in Psychological Science* 18, vol. 6 (December 1, 2009): 332-36.
 25. Levy, B. R., et al., "Association Between Positive Age Stereotypes and Recovery from Disability in Older Persons," *JAMA* 308, no.19 (November 21, 2012): 1972-73, doi:10.1001/jama.2012.14541; Levy, B. R., A. B. Zonderman, M. D. Slade, and L. Ferrucci, "Age Stereotypes Held Earlier in Life Predict Cardiovascular Events in Later Life," *Psychological Science* 20, no.3 (March 2009): 296-98, doi:10.1111/j.1467-9280.2009.02298.x.
 26. Haslam, C., et al., " 'When the Age Is In, the Wit Is Out': Age-Related Self-Categorization and Deficit Expectations Reduce Performance on Clinical Tests Used in Dementia Assessment," *Psychology and Aging* 27, no.3 (April 2012): 778-84, doi:10.1037/a0027754.
 27. Levy, B. R., S. V. Kasl, and T. M. Gill, "Image of Aging Scale," *Perceptual and Motor Skills* 99, no.1 (August 2004): 208-10.
 28. Ersner-Hershfield, H., J. A. Mikels, S. J. Sullivan, and L. L. Carstensen, "Poignancy: Mixed Emotional Experience in the Face of Meaningful Endings," *Journal of Personality and Social Psychology* 94, no.1 (January 2008): 158-67.
 29. Hershfield, H. E., S. Scheibe, T. L. Sims, and L. L. Carstensen, "When Feeling Bad Can Be Good: Mixed Emotions Benefit Physical Health Across Adulthood," *Social Psychological and Personality Science* 4, no.1 (January 2013): 54-61.
 30. Levy, B. R., J. M. Hausdorff, R. Hencke, and J. Y. Wei, "Reducing Cardiovascular Stress with Positive Self-Stereotypes of Aging," *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 55, no.4 (July 2000): P205-13.
 31. Levy, B. R., M. D. Slade, S. R. Kunkel, and S. V. Kasl, "Longevity Increased by Positive Self-Perceptions of Aging," *Journal of Personal and Social Psychology* 83, no.2 (August 2002): 261-70.

第2章 長端粒的力量

1. Lapham, K. et al., "Automated Assay of Telomere Length Measurement and Informatics for 100,000 Subjects in the Genetic Epidemiology Research on Adult Health and Aging (GERA) Cohort," *Genetics* 200, no.4 (August 2015):1061-72, doi:10.1534/genetics.115.178624.
2. Rode, L., B. G. Nordestgaard, and S. E. Bojesen, "Peripheral Blood Leukocyte Telomere Length and Mortality Among 64,637 Individuals from the General Population," *Journal of the National Cancer Institute* 107, no.6 (May 2015): djv074, doi:10.1093/jnci/djv074.
3. 出處同上。
4. Lapham et al., "Automated Assay of Telomere Length Measurement and Informatics for 100,000 Subjects in the Genetic Epidemiology Research on Adult Health and Aging (GERA) Cohort." (See #1 above.)
5. Willeit, P., et al., "Leucocyte Telomere Length and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: New Prospective Cohort Study and Literature-Based Meta-analysis," *PLOS ONE* 9, no.11 (2014): e112483, doi:10.1371/journal.pone.0112483; D'Mello, M. J., et al., "Association Between Shortened Leukocyte Telomere Length and Cardiometabolic Outcomes: Systematic Review and Meta-analysis," *Circulation: Cardiovascular Genetics* 8, no.1 (February 2015): 82-90, doi:10.1161/CIRCGENETICS.113.000485; Haycock, P. C., et al., "Leucocyte Telomere Length and Risk of Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-Analysis," *BMJ* 349 (2014): g4227, doi:10.1136/bmj.g4227; Zhang, C., et al., "The Association Between Telomere Length and Cancer Prognosis: Evidence from a Meta-Analysis," *PLOS ONE* 10, no.7 (2015): e0133174, doi:10.1371/journal.pone.0133174; and Adnot, S., et al., "Telomere Dysfunction and Cell Senescence in Chronic Lung Diseases: Therapeutic Potential," *Pharmacology & Therapeutics* 153 (September 2015): 125-34, doi:10.1016/j.pharmthera.2015.06.007.
6. Njajou, O. T., et al., "Association Between Telomere Length, Specific Causes of Death, and Years of Healthy Life in Health, Aging, and Body Composition, a Population-Based Cohort Study," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 64, no.8 (August 2009): 860-64, doi:10.1093/gerona/glp061.

第3章 端粒酶：使端粒復元的酵素

1. Vulliamy, T., A. Marrone, F. Goldman, A. Dearlove, M. Bessler, P. J. Mason, and I. Dokal. "The RNA Component of Telomerase Is Mutated in Autosomal Dominant Dyskeratosis Congenita." *Nature* 413, no.6854 (September 27, 2001): 432-35, doi:10.1038/35096585.
2. Epel, Elissa S., Elizabeth H. Blackburn, Jue Lin, Firdaus S. Dhabhar, Nancy E. Adler, Jason D. Morrow, and Richard M. Cawthon, "Accelerated Telomere Shortening in Response to Life Stress," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101, no.49 (December 7, 2004): 17312-315, doi:10.1073/pnas.0407162101.

第4章 壓力如何侵入細胞？

1. Evercare by United Healthcare and the National Alliance for Caregiving, "Evercare Survey of the Economic Downturn and Its Impact on Family Caregiving" (March 2009), 1.
2. Epel, E. S., et al., "Cell Aging in Relation to Stress Arousal and Cardiovascular Disease Risk Factors," *Psychoneuroendocrinology* 31, no.3 (April 2006): 277-87, doi:10.1016/j.psyneuen.2005.08.011.
3. Gotlib, I. H., et al., "Telomere Length and Cortisol Reactivity in Children of Depressed Mothers," *Molecular Psychiatry* 20, no.5 (May 2015): 615-20, doi:10.1038/mp.2014.119.
4. Oliveira, B. S., et al., "Systematic Review of the Association between Chronic Social Stress and Telomere Length: A Life Course Perspective," *Ageing Research Reviews* 26 (March 2016): 37-52, doi:10.1016/j.arr.2015.12.006; and Price, L. H., et al., "Telomeres and Early-Life Stress: An Overview." *Biological Psychiatry* 73, no.1 (January 2013): 15-23, doi:10.1016/j.biopsych.2012.06.025.
5. Mathur, M. B., et al., "Perceived Stress and Telomere Length: A Systematic Review, Meta-analysis, and Methodologic Considerations for Advancing the Field," *Brain, Behavior, and Immunity* 54 (May 2016): 158-69, doi:10.1016/j.bbi.2016.02.002.
6. O'Donovan, A. J., et al., "Stress Appraisals and Cellular Aging: A Key Role for Anticipatory Threat in the Relationship Between Psychological Stress and Telomere Length," *Brain, Behavior, and Immunity* 26, no.4 (May 2012): 573-79, doi:10.1016/j.bbi.2012.01.007.
7. 出處同上。
8. Jefferson, A. L., et al., "Cardiac Index Is Associated with Brain Aging: The Framingham Heart Study," *Circulation* 122, no.7 (August 17, 2010): 690-97, doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.905091; and Jefferson, A. L., et al., "Low Cardiac Index Is Associated with Incident Dementia and Alzheimer Disease: The Framingham Heart Study," *Circulation* 131, no.15 (April 14, 2015): 1333-39, doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012438.
9. Sarkar, M., D. Fletcher, D. J. Brown, "What doesn't kill me...: Adversity-Related Experiences Are Vital in the Development of Superior Olympic Performance," *Journal of Science in Medicine and Sport* 18, no.4 (July 2015): 475-79. doi:10.1016/j.jsams.2014.06.010.
10. Epel, E., et al., "Can Meditation Slow Rate of Cellular Aging? Cognitive Stress, Mindfulness, and Telomeres," *Annals of the New York Academy of Sciences* 1172 (August 2009): 34-53, doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04414.x.
11. McLaughlin, K. A., M. A. Sheridan, S. Alves, and W. B. Mendes, "Child Maltreatment and Autonomic Nervous System Reactivity: Identifying Dysregulated Stress Reactivity Patterns by Using the Biopsychosocial Model of Challenge and Threat," *Psychosomatic Medicine* 76, no.7 (September 2014): 538-46, doi:10.1097/PSY.0000000000000098.

12. O'Donovan et al., "Stress Appraisals and Cellular Aging: A Key Role for Anticipatory Threat in the Relationship Between Psychological Stress and Telomere Length." (See #6 above.)
13. Barrett, L., *How Emotions Are Made* (New York: Houghton Mifflin Harcourt, in press).
14. 出處同上。
15. Jamieson, J. P., W. B. Mendes, E. Blackstock, and T. Schmader, "Turning the Knots in Your Stomach into Bows: Reappraising Arousal Improves Performance on the GRE," *Journal of Experimental Social Psychology* 46, no.1 (January 2010): 208-12.
16. Beltzer, M. L., M. K. Nock, B. J. Peters, and J. P. Jamieson, "Rethinking Butterflies: The Affective, Physiological, and Performance Effects of Reappraising Arousal During Social Evaluation," *Emotion* 14, no.4 (August 2014): 761-68, doi:10.1037/a0036326.
17. Waugh, C. E., S. Panage, W. B. Mendes, and I. H. Gotlib, "Cardiovascular and Affective Recovery from Anticipatory Threat," *Biological Psychology* 84, no.2 (May 2010): 169-175, doi:10.1016/j.biopsycho.2010.01.010; and Lutz, A., et al., "Altered Anterior Insula Activation During Anticipation and Experience of Painful Stimuli in Expert Meditators," *NeuroImage* 64 (January 1, 2013): 538-46, doi:10.1016/j.neuroimage.2012.09.030.
18. Herborn, K.A., et al., "Stress Exposure in Early Post-Natal Life Reduces Telomere Length: An Experimental Demonstration in a Long-Lived Seabird," *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281, no.1782 (March 19, 2014): 20133151, doi:10.1098/rspb.2013.3151.
19. Aydinonat, D., et al., "Social Isolation Shortens Telomeres in African Grey Parrots (*Psittacus erithacus erithacus*)," *PLOS ONE* 9, no.4 (2014): e93839, doi:10.1371/journal.pone.0093839.
20. Gouin, J. P., L. Hantsoo, and J. K. Kiecolt-Glaser, "Immune Dysregulation and Chronic Stress Among Older Adults: A Review," *Neuroimmuno-modulation* 15, nos. 4-6 (2008): 251-59, doi:10.1159/000156468.
21. Cao, W., et al., "Premature Aging of T-Cells Is Associated with Faster HIV-1 Disease Progression," *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes (1999)* 50, no.2 (February 1, 2009): 137-47, doi:10.1097/QAI.0b013e3181926c28.
22. Cohen, S., et al., "Association Between Telomere Length and Experimentally Induced Upper Respiratory Viral Infection in Healthy Adults," *JAMA* 309, no.7 (February 20, 2013): 699-705, doi:10.1001/jama.2013.613.
23. Choi, J., S. R. Fauce, and R. B. Effros, "Reduced Telomerase Activity in Human T Lymphocytes Exposed to Cortisol," *Brain, Behavior, and Immunity* 22, no.4 (May 2008): 600-605, doi:10.1016/j.bbi.2007.12.004.
24. Cohen, G. L., and D. K. Sherman, "The Psychology of Change: Self-Affirmation and Social Psychological Intervention," *Annual Review of Psychology* 65 (2014): 333-71, doi:10.1146/annurev-psych-010213-115137.

25. Miyake, A., et al., "Reducing the Gender Achievement Gap in College Science: A Classroom Study of Values Affirmation," *Science* 330, no.6008 (November 26, 2010): 1234-37, doi:10.1126/science.1195996.
26. Dutcher, J. M., et al., "Self-Affirmation Activates the Ventral Striatum: A Possible Reward-Related Mechanism for Self-Affirmation," *Psychological Science* 27, no.4 (April 2016): 455-66, doi:10.1177/0956797615625989.
27. Kross, E., et al., "Self-Talk as a Regulatory Mechanism: How You Do It Matters," *Journal of Personality and Social Psychology* 106, no.2 (February 2014): 304-24, doi:10.1037/a0035173; and Bruehlman-Senecal, E., and O. Ayduk, "This Too Shall Pass: Temporal Distance and the Regulation of Emotional Distress," *Journal of Personality and Social Psychology* 108, no.2 (February 2015): 356-75, doi:10.1037/a0038324.
28. Lebois, L. A. M., et al., "A Shift in Perspective: Decentering Through Mindful Attention to Imagined Stressful Events," *Neuropsychologia* 75 (August 2015): 505-24, doi:10.1016/j.neuropsychologia.2015.05.030.
29. Kross, E., et al., " 'Asking Why' from a Distance: Its Cognitive and Emotional Consequences for People with Major Depressive Disorder," *Journal of Abnormal Psychology* 121, no.3 (August 2012): 559-69, doi:10.1037/a0028808.

第5章 負面思想、彈性思維，如何影響你的端粒？

1. Meyer Friedman and Ray H. Roseman, *Type A Behavior and Your Heart* (New York: Knopf, 1974).
2. Chida, Y., and A. Steptoe, "The Association of Anger and Hostility with Future Coronary Heart Disease: A Meta-analytic Review of Prospective Evidence," *Journal of the American College of Cardiology* 53, no.11 (March 17, 2009): 936-46, doi:10.1016/j.jacc.2008.11.044.
3. Miller, T. Q., et al., "A Meta-analytic Review of Research on Hostility and Physical Health," *Psychological Bulletin* 119, no.2 (March 1996): 322-48.
4. Brydon, L., et al., "Hostility and Cellular Aging in Men from the Whitehall II Cohort," *Biological Psychiatry* 71, no.9 (May 2012): 767-73, doi:10.1016/j.biopsych.2011.08.020.
5. Zalli, A., et al., "Shorter Telomeres with High Telomerase Activity Are Associated with Raised Allostatic Load and Impoverished Psychosocial Resources," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no.12 (March 25, 2014): 4519-24, doi:10.1073/pnas.1322145111.
6. Low, C. A., R. C. Thurston, and K. A. Matthews, "Psychosocial Factors in the Development of Heart Disease in Women: Current Research and Future Directions," *Psychosomatic Medicine* 72, no.9 (November 2010): 842-54, doi:10.1097/PSY.0b013e3181f6934f.

7. O'Donovan, A., et al., "Pessimism Correlates with Leukocyte Telomere Shortness and Elevated Interleukin-6 in Post-menopausal Women," *Brain, Behavior, and Immunity* 23, no.4 (May 2009):446-49, doi:10.1016/j.bbi.2008.11.006.
8. Ikeda, A., et al., "Pessimistic Orientation in Relation to Telomere Length in Older Men: The VA Normative Aging Study," *Psychoneuroendocrinology* 42 (April 2014): 68-76, doi:10.1016/j.psyneuen.2014.01.001; and Schutte, N. S., K. A. Suresh, and J. R. McFarlane, "The Relationship Between Optimism and Longer Telomeres," 2016, under review.
9. Killingsworth, M. A., and D. T. Gilbert, "A Wandering Mind Is an Unhappy Mind," *Science* 330, no.6006 (November 12, 2010): 932, doi:10.1126/science.1192439.
10. Epel, E. S., et al., "Wandering Minds and Aging Cells," *Clinical Psychological Science* 1, no.1 (January 2013): 75-83.
11. Kabat-Zinn, J., *Wherever You Go, There You Are: Mindfulness Meditation in Everyday Life* (New York: Hyperion, 1995), p. 15.
12. Engert, V., J. Smallwood, and T. Singer, "Mind Your Thoughts: Associations Between Self-Generated Thoughts and Stress-Induced and Baseline Levels of Cortisol and Alpha-Amylase," *Biological Psychology* 103 (December 2014): 283-91, doi:10.1016/j.biopsycho.2014.10.004.
13. Nolen-Hoeksema, S., "The Role of Rumination in Depressive Disorders and Mixed Anxiety/Depressive Symptoms," *Journal of Abnormal Psychology* 109, no.3 (August 2000): 504-11.
14. Lea Winerman, "Suppressing the 'White Bears,' " *Monitor on Psychology* 42, no.9 (October 2011): 44.
15. Alda, M., et al., "Zen Meditation, Length of Telomeres, and the Role of Experiential Avoidance and Compassion," *Mindfulness* 7, no.3 (June 2016): 651-59.
16. Querstret, D., and M. Cropley, "Assessing Treatments Used to Reduce Rumination and/or Worry: A Systematic Review," *Clinical Psychology Review* 33, no.8 (December 2013): 996-1009, doi:10.1016/j.cpr.2013.08.004.
17. Wallace, B. Alan, *The Attention Revolution: Unlocking the Power of the Focused Mind* (Boston: Wisdom, 2006).
18. Saron, Clifford, "Training the Mind: The Shamatha Project," in *The Healing Power of Meditation: Leading Experts on Buddhism, Psychology, and Medicine Explore the Health Benefits of Contemplative Practice*, ed. Andy Fraser (Boston: Shambhala, 2013), 45-65.
19. Sahdra, B. K., et al., "Enhanced Response Inhibition During Intensive Meditation Training Predicts Improvements in Self-Reported Adaptive Socioemotional Functioning," *Emotion* 11, no.2 (April 2011): 299-312, doi:10.1037/a0022764.
20. Schaefer, S. M., et al., "Purpose in Life Predicts Better Emotional Recovery from Negative Stimuli," *PLOS ONE* 8, no.11 (2013): e80329, doi:10.1371/journal.pone.0080329.

21. Kim, E. S., et al., "Purpose in Life and Reduced Incidence of Stroke in Older Adults: The Health and Retirement Study," *Journal of Psychosomatic Research* 74, no.5 (May 2013): 427-32, doi:10.1016/j.jpsychores.2013.01.013.
22. Boylan, J.M., and C. D. Ryff, "Psychological Wellbeing and Metabolic Syndrome: Findings from the Midlife in the United States National Sample," *Psychosomatic Medicine* 77, no.5 (June 2015): 548-58, doi:10.1097/PSY.0000000000000192.
23. Kim, E. S., V. J. Strecher, and C. D. Ryff, "Purpose in Life and Use of Preventive Health Care Services," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no.46 (November 18, 2014): 16331-36, doi:10.1073/pnas.1414826111.
24. Jacobs, T.L., et al., "Intensive Meditation Training, Immune Cell Telomerase Activity, and Psychological Mediators," *Psychoneuroendocrinology* 36, no.5 (June 2011): 664-81, doi:10.1016/j.psyneuen.2010.09.010.
25. Varma, V. R., et al., "Experience Corps Baltimore: Exploring the Stressors and Rewards of High-Intensity Civic Engagement," *Gerontologist* 55, no.6 (December 2015): 1038-49, doi:10.1093/geront/gnu011.
26. Gruenewald, T. L., et al., "The Baltimore Experience Corps Trial: Enhancing Generativity via Intergenerational Activity Engagement in Later Life," *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, February 25, 2015, doi:10.1093/geronb/gbv005.
27. Carlson, M. C., et al., "Impact of the Baltimore Experience Corps Trial on Cortical and Hippocampal Volumes," *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association* 11, no.11 (November 2015): 1340-48, doi:10.1016/j.jalz.2014.12.005.
28. Raes, F., E. Pommier, K. D. Neff, and D. Van Gucht, "Construction and Factorial Validation of a Short Form of the Self-Compassion Scale," *Clinical Psychology & Psychotherapy* 18, no.3 (May-June 2011): 250-55, doi:10.1002/cpp.702.
29. Breines, J. G., et al., "Self-Compassionate Young Adults Show Lower Salivary Alpha-Amylase Responses to Repeated Psychosocial Stress," *Self Identity* 14, no.4 (October 1, 2015): 390-402.
30. Finlay-Jones, A. L., C. S. Rees, and R. T. Kane, "Self-Compassion, Emotion Regulation and Stress Among Australian Psychologists: Testing an Emotion Regulation Model of Self-Compassion Using Structural Equation Modeling," *PLOS ONE* 10, no.7 (2015): e0133481, doi:10.1371/journal.pone.0133481.
31. Sadahiro, R., et al., "Relationship Between Leukocyte Telomere Length and Personality Traits in Healthy Subjects," *European Psychiatry: The Journal of the Association of European Psychiatrists* 30, no.2 (February 2015): 291-95, doi:10.1016/j.eurpsy.2014.03.003.
32. Edmonds, G. W., H. C. Côté, and S. E. Hampson, "Childhood Conscientiousness and Leukocyte Telomere Length 40 Years Later in Adult Women—Preliminary Findings of a

- Prospective Association," *PLOS ONE* 10, no.7 (2015): e0134077, doi:10.1371/journal.pone.0134077.
33. Friedman, H. S., and M. L. Kern, "Personality, Wellbeing, and Health," *Annual Review of Psychology* 65 (2014): 719-42.
34. Costa, D. de S., et al., "Telomere Length Is Highly Inherited and Associated with Hyperactivity-Impulsivity in Children with Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder," *Frontiers in Molecular Neuroscience* 8 (2015): 28, doi:10.3389/fnmol.2015.00028; and Yim, O. S., et al., "Delay Discounting, Genetic Sensitivity, and Leukocyte Telomere Length," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113, no.10 (March 8, 2016): 2780-85, doi:10.1073/pnas.1514351113.
35. Martin, L.R., H. S. Friedman, and J. E. Schwartz, "Personality and Mortality Risk Across the Life Span: The Importance of Conscientiousness as a Biopsychosocial Attribute," *Health Psychology* 26, no.4 (July 2007): 428-36; and Costa, P. T., Jr., et al., "Personality Facets and All-Cause Mortality Among Medicare Patients Aged 66 to 102 Years: A Follow-On Study of Weiss and Costa (2005)," *Psychosomatic Medicine* 76, no.5 (June 2014): 370-78, doi:10.1097/PSY.000000000000070.
36. Shanahan, M. J., et al., "Conscientiousness, Health, and Aging: The Life Course of Personality Model," *Developmental Psychology* 50, no.5 (May 2014): 1407-25, doi:10.1037/a0031130.
37. Alda et al., "Zen Meditation, Length of Telomeres, and the Role of Experiential Avoidance and Compassion." (See #15 above.)
38. Hoge, E. A., et al., "Loving-Kindness Meditation Practice Associated with Longer Telomeres in Women," *Brain, Behavior, and Immunity* 32 (August 2013): 159-63, doi:10.1016/j.bbi.2013.04.005.
39. Smeets, E., K. Neff, H. Alberts, and M. Peters, "Meeting Suffering with Kindness: Effects of a Brief Self-Compassion Intervention for Female College Students," *Journal of Clinical Psychology* 70, no.9 (September 2014): 794-807, doi:10.1002/jclp.22076; and Neff, K. D., and C. K. Germer, "A Pilot Study and Randomized Controlled Trial of the Mindful Self-Compassion Program," *Journal Of Clinical Psychology* 69, no.1 (January 2013): 28-44, doi:10.1002/jclp.21923.
40. This exercise is adapted from Dr. Neff's website: <http://self-compassion.org/exercise-2-self-compassion-break/>. For more information on developing self-compassion, see K. Neff, *Self-Compassion: The Proven Power of Being Kind to Yourself* (New York: HarperCollins, 2011).
41. Valenzuela, M., and P. Sachdev, "Can cognitive exercise prevent the onset of dementia? Systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up." *Am J Geriatr Psychiatry*, 2009. 17(3): p. 179-87.

〈自我評量〉 你的個性如何影響你的壓力反應？

1. Scheier, M. F., C. S. Carver, and M. W. Bridges, "Distinguishing Optimism from Neuroticism (and Trait Anxiety, Self-Mastery, and Self-Esteem): A Reevaluation of the Life Orientation Test," *Journal of Personality and Social Psychology* 67, no.6 (December 1994): 1063-78.
2. Marshall, Grant N., et al. "Distinguishing Optimism from Pessimism: Relations to Fundamental Dimensions of Mood and Personality," *Journal of Personality and Social Psychology* 62.6 (1992): 1067.
3. O'Donovan et al., "Pessimism Correlates with Leukocyte Telomere Shortness and Elevated Interleukin-6 in Post-Menopausal Women" (see #7 above); and Ikeda et al., "Pessimistic Orientation in Relation to Telomere Length in Older Men: The VA Normative Aging Study" (see #8 above).
4. Glaesmer, H., et al., "Psychometric Properties and Population-Based Norms of the Life Orientation Test Revised (LOT-R)," *British Journal of Health Psychology* 17, no.2 (May 2012): 432-45, doi:10.1111/j.2044-8287.2011.02046.x.
5. Eckhardt, Christopher, Bradley Norlander, and Jerry Deffenbacher, "The Assessment of Anger and Hostility: A Critical Review," *Aggression and Violent Behavior* 9, no.1 (January 2004): 17-43, doi:10.1016/S1359-1789(02)00116-7.
6. Brydon et al., "Hostility and Cellular Aging in Men from the Whitehall II Cohort." (See #4 above.)
7. Trapnell, P. D., and J. D. Campbell, "Private Self-Consciousness and the Five-Factor Model of Personality: Distinguishing Rumination from Reflection," *Journal of Personality and Social Psychology* 76, no.2 (February 1999) 284-304.
8. 出處同上；Trapnell, P.D., "Rumination-Reflection Questionnaire (RRQ) Shortforms," unpublished data, University of British Columbia (1997).
9. 出處同上。
10. John, O. P., E. M. Donahue, and R. L. Kentle, *The Big Five Inventory— Versions 4a and 54* (Berkeley: University of California, Berkeley, Institute of Personality and Social Research, 1991). We thank Dr. Oliver John of UC Berkeley for permission to use this scale. John, O. P., and S. Srivastava, "The Big-Five Trait Taxonomy: History, Measurement, and Theoretical Perspectives," in *Handbook of Personality: Theory and Research*, ed. L. A. Pervin and O. P. John, 2nd ed. (New York: Guilford Press, 1999): 102-38.
11. Sadahiro, R., et al., "Relationship Between Leukocyte Telomere Length and Personality Traits in Healthy Subjects," *European Psychiatry* 30, no.2 (February 2015): 291-95, doi:10.1016/j.eurpsy.2014.03.003, pmid: 24768472.

12. Srivastava, S., et al., "Development of Personality in Early and Middle Adulthood: Set Like Plaster or Persistent Change?" *Journal of Personality and Social Psychology* 84, no.5 (May 2003): 1041-53, doi:10.1037/0022-3514.84.5.1041.
13. Ryff, C. D., and C. L. Keyes, "The Structure of Psychological Wellbeing Revisited," *Journal of Personality and Social Psychology* 69, no.4 (October 1995): 719-27.
14. Scheier, M. F., et al., "The Life Engagement Test: Assessing Purpose in Life," *Journal of Behavioral Medicine* 29, no.3 (June 2006): 291-98, doi:10.1007/s10865-005-9044-1.
15. Pearson, E. L., et al., "Normative Data and Longitudinal Invariance of the Life Engagement Test (LET) in a Community Sample of Older Adults," *Quality of Life Research* 22, no.2 (March 2013): 327-31, doi:10.1007/s11136-012-0146-2.

第6章 讓憂鬱和焦慮不上身

1. Whiteford, H. A., et al., "Global Burden of Disease Attributable to Mental and Substance Use Disorders: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010," *Lancet* 382, no.9904 (November 9, 2013): 1575-86, doi:10.1016/S0140-6736(13)61611-6.
2. Verhoeven, J. E., et al., "Anxiety Disorders and Accelerated Cellular Ageing," *British Journal of Psychiatry* 206, no.5 (May 2015): 371-78.
3. Cai, N., et al., "Molecular Signatures of Major Depression," *Current Biology* 25, no.9 (May 4, 2015): 1146-56, doi:10.1016/j.cub.2015.03.008.
4. Verhoeven, J. E., et al., "Major Depressive Disorder and Accelerated Cellular Aging: Results from a Large Psychiatric Cohort Study," *Molecular Psychiatry* 19, no.8 (August 2014): 895-901, doi:10.1038/mp.2013.151.
5. Mamdani, F., et al., "Variable Telomere Length Across Post-Mortem Human Brain Regions and Specific Reduction in the Hippocampus of Major Depressive Disorder," *Translational Psychiatry* 5 (September 15, 2015): e636, doi:10.1038/tp.2015.134.
6. Zhou, Q. G., et al., "Hippocampal Telomerase Is Involved in the Modulation of Depressive Behaviors," *Journal of Neuroscience* 31, no.34 (August 24, 2011): 12258-69, doi:10.1523/JNEUROSCI.0805-11.2011.
7. Wolkowitz, O. M., et al., "PBMC Telomerase Activity, but Not Leukocyte Telomere Length, Correlates with Hippocampal Volume in Major Depression," *Psychiatry Research* 232, no.1 (April 30, 2015): 58-64, doi:10.1016/j.psychres.2015.01.007.
8. Darrow, S. M., et al., "The Association between Psychiatric Disorders and Telomere Length: A Meta-analysis Involving 14,827 Persons," *Psychosomatic Medicine* 78, no.7 (September 2016): 776-87, doi:10.1097/PSY.0000000000000356.

9. Cai et al., "Molecular Signatures of Major Depression." (See #3 above.)
10. Verhoeven, J. E., et al., "The Association of Early and Recent Psychosocial Life Stress with Leukocyte Telomere Length," *Psychosomatic Medicine* 77, no.8 (October 2015): 882-91, doi:10.1097/PSY.0000000000000226.
11. Verhoeven, J. E., et al., "Major Depressive Disorder and Accelerated Cellular Aging: Results from a Large Psychiatric Cohort Study," *Molecular Psychiatry* 19, no.8 (August 2014): 895-901, doi:10.1038/mp.2013.151.
12. 出處同上。
13. Cai et al., "Molecular Signatures of Major Depression." (See #3 above.)
14. Eisendrath, S. J., et al., "A Preliminary Study: Efficacy of Mindfulness-Based Cognitive Therapy Versus Sertraline as First-Line Treatments for Major Depressive Disorder," *Mindfulness* 6, no.3 (June 1, 2015): 475-82, doi:10.1007/s12671-014-0280-8; and Kuyken, W., et al., "The Effectiveness and Cost-Effectiveness of Mindfulness-Based Cognitive Therapy Compared with Maintenance Antidepressant Treatment in the Prevention of Depressive Relapse/Recurrence: Results of a Randomised Controlled Trial (the PREVENT Study)," *Health Technology Assessment* 19, no.73 (September 2015): 1-124, doi:10.3310/hta19730.
15. Teasdale, J. D., et al., "Prevention of Relapse/Recurrence in Major Depression by Mindfulness-Based Cognitive Therapy," *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 68, no.4 (August 2000): 615-23.
16. Teasdale, J., M. Williams, and Z. Segal, *The Mindful Way Workbook: An 8-Week Program to Free Yourself from Depression and Emotional Distress* (New York: Guilford Press, 2014).
17. Wolfson, W., and Epel, E. (2006), "Stress, Post-traumatic Growth, and Leukocyte Aging," poster presentation at the American Psychosomatic Society 64th Annual Meeting, Denver, Colorado, Abstract 1476.
18. Segal, Z., J. M. G. Williams, and J. Teasdale, *Mindfulness-Based Cognitive Therapy for Depression*, 2nd ed. (New York: Guilford Press, 2013), pp. 74-75. (The three-minute breathing space is part of the MBCT program. Our breathing break is a modified version).
19. Bai, Z., et al., "Investigating the Effect of Transcendental Meditation on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis," *Journal of Human Hypertension* 29, no.11 (November 2015): 653-62. doi:10.1038/jhh.2015.6; and Cernes, R., and R. Zimlichman, "RESPeRATE: The Role of Paced Breathing in Hypertension Treatment," *Journal of the American Society of Hypertension* 9, no.1 (January 2015): 38-47, doi:10.1016/j.jash.2014.10.002.

〈逆齡的重要訣竅〉 減壓技巧有益於端粒健康

1. Morgan, N., M. R. Irwin, M. Chung, and C. Wang, "The Effects of Mind-Body Therapies on the Immune System: Meta-analysis," *PLOS ONE* 9, no.7 (2014): e100903, doi:10.1371/journal.pone.0100903.
2. Conklin, Q., et al., "Telomere Lengthening After Three Weeks of an Intensive Insight Meditation Retreat," *Psychoneuroendocrinology* 61 (November 2015): 26-27, doi:10.1016/j.psyneuen.2015.07.462.
3. Epel, E., et al. "Meditation and Vacation Effects Impact Disease-Associated Molecular Phenotypes," *Translational Psychiatry* (August 2016): 6, e880, doi: 10.1038/tp.2016.164.
4. Kabat-Zinn, J., *Full Catastrophe Living: Using the Wisdom of Your Body and Mind to Face Stress, Pain, and Illness*, rev. ed. (New York: Bantam Books, 2013).
5. Lengacher, C. A., et al., "Influence of Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) on Telomerase Activity in Women with Breast Cancer (BC)," *Biological Research for Nursing* 16, no.4 (October 2014): 438-47, doi:10.1177/1099800413519495.
6. Carlson, L. E., et al., "Mindfulness-Based Cancer Recovery and Supportive-Expressive Therapy Maintain Telomere Length Relative to Controls in Distressed Breast Cancer Survivors," *Cancer* 121, no.3 (February 1, 2015): 476-84, doi:10.1002/cncr.29063.
7. Black, D. S., et al., "Yogic Meditation Reverses NF- κ B-and IRF-Related Transcriptome Dynamics in Leukocytes of Family Dementia Caregivers in a Randomized Controlled Trial," *Psychoneuroendocrinology* 38, no.3 (March 2013): 348-55, doi:10.1016/j.psyneuen.2012.06.011.
8. Lavretsky, H., et al., "A Pilot Study of Yogic Meditation for Family Dementia Caregivers with Depressive Symptoms: Effects on Mental Health, Cognition, and Telomerase Activity," *International Journal of Geriatric Psychiatry* 28, no.1 (January 2013): 57-65, doi:10.1002/gps.3790.
9. Desveaux, L., A. Lee, R. Goldstein, and D. Brooks, "Yoga in the Management of Chronic Disease: A Systematic Review and Meta-analysis," *Medical Care* 53, no.7 (July 2015): 653-61, doi:10.1097/ MLR.0000000000000372.
10. Hartley, L., et al., "Yoga for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease," *Cochrane Database of Systematic Reviews* 5 (May 13, 2014): CD010072, doi:10.1002/14651858.CD010072.pub2.
11. Lu, Y. H., B. Rosner, G. Chang, and L. M. Fishman, "Twelve-Minute Daily Yoga Regimen Reverses Osteoporotic Bone Loss," *Topics in Geriatric Rehabilitation* 32, no.2 (April 2016): 81-87.
12. Liu, X., et al., "A Systematic Review and Meta-analysis of the Effects of Qigong and Tai Chi for Depressive Symptoms," *Complementary Therapies in Medicine* 23, no.4 (August 2015): 516-34, doi:10.1016/j.ctim.2015.05.001.

13. Freire, M. D., and C. Alves, "Therapeutic Chinese Exercises (Qigong) in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review," *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 7, no.1 (March 2013): 56-59, doi:10.1016/j.dsx.2013.02.009.
14. Ho, R. T. H., et al., "A Randomized Controlled Trial of Qigong Exercise on Fatigue Symptoms, Functioning, and Telomerase Activity in Persons with Chronic Fatigue or Chronic Fatigue Syndrome," *Annals of Behavioral Medicine* 44, no.2 (October 2012): 160-70, doi:10.1007/s12160-012-9381-6.
15. Ornish D., et al., "Effect of Comprehensive Lifestyle Changes on Telomerase Activity and Telomere Length in Men with Biopsy-Proven Low-Risk Prostate Cancer: 5-Year Follow-Up of a Descriptive Pilot Study," *Lancet Oncology* 14, no.11 (October 2013): 1112-20, doi: 10.1016/S1470-2045(13)70366-8.

〈自我評量〉你的端粒軌跡如何？

1. Ahola, K., et al., "Work-Related Exhaustion and Telomere Length: A Population-Based Study," *PLOS ONE* 7, no.7 (2012): e40186, doi:10.1371/journal.pone.0040186.
2. Damjanovic, A. K., et al., "Accelerated Telomere Erosion Is Associated with a Declining Immune Function of Caregivers of Alzheimer's Disease Patients," *Journal of Immunology* 179, no.6 (September 15, 2007): 4249-54.
3. Geronimus, A. T., et al., "Race-Ethnicity, Poverty, Urban Stressors, and Telomere Length in a Detroit Community-Based Sample," *Journal of Health and Social Behavior* 56, no.2 (June 2015): 199-224, doi:10.1177/0022146515582100.
4. Darrow, S. M., et al., "The Association between Psychiatric Disorders and Telomere Length: A Meta-analysis Involving 14,827 Persons," *Psychosomatic Medicine* 78, no.7 (September 2016): 776-87, doi:10.1097/PSY.0000000000000356; and Lindqvist et al., "Psychiatric Disorders and Leukocyte Telomere Length: Underlying Mechanisms Linking Mental Illness with Cellular Aging," *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 55 (August 2015): 333-64, doi:10.1016/j.neubiorev.2015.05.007.
5. Mitchell, P. H., et al., "A Short Social Support Measure for Patients Recovering from Myocardial Infarction: The ENRICHD Social Support Inventory," *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation* 23, no.6 (November-December 2003): 398-403.
6. Zalli, A., et al., "Shorter Telomeres with High Telomerase Activity Are Associated with Raised Allostatic Load and Impoverished Psychosocial Resources," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no.12 (March 25, 2014): 4519-24, doi:10.1073/pnas.1322145111; and Carroll, J. E., A. V. Diez Roux, A. L. Fitzpatrick, and T. Seeman, "Low Social Support Is Associated with Shorter Leukocyte Telomere Length

- in Late Life: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis," *Psychosomatic Medicine* 75, no.2 (February 2013): 171-77, doi:10.1097/PSY.0b013e31828233bf.
7. Carroll et al., "Low Social Support Is Associated with Shorter Leukocyte Telomere Length in Late Life: Multi-ethnic Study of Atherosclerosis." (See #6 above.)
 8. Kiernan, M., et al., "The Stanford Leisure-Time Activity Categorical Item (L-Cat): A Single Categorical Item Sensitive to Physical Activity Changes in Overweight/Obese Women," *International Journal of Obesity (2005)* 37, no.12 (December 2013): 1597-1602, doi:10.1038/ijo.2013.36.
 9. Puterman, E., et al., "The Power of Exercise: Buffering the Effect of Chronic Stress on Telomere Length," *PLOS ONE* 5, no.5 (2010): e10837, doi:10.1371/journal.pone.0010837; and Puterman, E., et al., "Determinants of Telomere Attrition over One Year in Healthy Older Women: Stress and Health Behaviors Matter," *Molecular Psychiatry* 20, no.4 (April 2015): 529-35, doi:10.1038/mp.2014.70.
 10. Werner, C., A. Hecksteden, J. Zundler, M. Boehm, T. Meyer, and U. Laufs. "Differential Effects of Aerobic Endurance, Interval and Strength Endurance Training on Telomerase Activity and Senescence Marker Expression in Circulating Mononuclear Cells." *European Heart Journal* 36 (2015) (Abstract Supplement): P2370. Manuscript in progress.
 11. Buysse D. J., et al., "The Pittsburgh Sleep Quality Index: A New Instrument for Psychiatric Practice and Research," *Psychiatry Research* 28, no.2 (May 1989): 193-213.
 12. Prather, A. A., et al., "Tired Telomeres: Poor Global Sleep Quality, Perceived Stress, and Telomere Length in Immune Cell Subsets in Obese Men and Women," *Brain, Behavior, and Immunity* 47 (July 2015): 155-162, doi:10.1016/j.bbi.2014.12.011.
 13. Farzaneh-Far, R., et al., "Association of Marine Omega-3 Fatty Acid Levels with Telomeric Aging in Patients with Coronary Heart Disease," *JAMA* 303, no.3 (January 20, 2010): 250-57, doi:10.1001/jama.2009.2008.
 14. Lee, J. Y., et al., "Association Between Dietary Patterns in the Remote Past and Telomere Length," *European Journal of Clinical Nutrition* 69, no.9 (September 2015): 1048-52, doi:10.1038/ejcn.2015.58.
 15. Kiecolt-Glaser, J. K., et al., "Omega-3 Fatty Acids, Oxidative Stress, and Leukocyte Telomere Length: A Randomized Controlled Trial," *Brain, Behavior, and Immunity* 28 (February 2013): 16-24, doi:10.1016/j.bbi.2012.09.004.
 16. Lee, "Association between Dietary Patterns in the Remote Past and Telomere Length" (see #14 above); Leung, C. W., et al., "Soda and Cell Aging: Associations Between Sugar-Sweetened Beverage Consumption and Leukocyte Telomere Length in Healthy Adults from the National Health and Nutrition Examination Surveys," *American Journal of Public Health* 104, no.12 (December 2014): 2425-31, doi:10.2105/AJPH.2014.302151; and Leung, C., et al., "Sugary

- Beverage and Food Consumption and Leukocyte Telomere Length Maintenance in Pregnant Women," *European Journal of Clinical Nutrition* (June 2016): doi:10.1038/ejcn.2016.v93.
17. Nettleton, J. A., et al., "Dietary Patterns, Food Groups, and Telomere Length in the Multi-ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)," *American Journal of Clinical Nutrition* 88, no.5 (November 2008): 1405-12.
 18. Valdes, A. M., et al., "Obesity, Cigarette Smoking, and Telomere Length in Women," *Lancet* 366, no.9486 (August 20-26, 2005): 662-664; and McGrath, M., et al., "Telomere Length, Cigarette Smoking, and Bladder Cancer Risk in Men and Women," *Cancer Epidemiology, Biomarkers, and Prevention* 16, no.4 (April 2007): 815-19.
 19. Kahl, V. F., et al., "Telomere Measurement in Individuals Occupationally Exposed to Pesticide Mixtures in Tobacco Fields," *Environmental and Molecular Mutagenesis* 57, no.1 (January 2016): 74-84, doi:10.1002/em.21984.
 20. Pavanello, S., et al., "Shorter Telomere Length in Peripheral Blood Lymphocytes of Workers Exposed to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons," *Carcinogenesis* 31, no.2 (February 2010): 216-21, doi:10.1093/carcin/bgp278.
 21. Hou, L., et al., "Air Pollution Exposure and Telomere Length in Highly Exposed Subjects in Beijing, China: A Repeated-Measure Study," *Environment International* 48 (November 1, 2012): 71-77, doi:10.1016/j.envint.2012.06.020; and Hoxha, M., et al., "Association between Leukocyte Telomere Shortening and Exposure to Traffic Pollution: A Cross-Sectional Study on Traffic Officers and Indoor Office Workers," *Environmental Health* 8 (September 21, 2009): 41, doi:10.1186/1476-069X-8-41.
 22. Wu, Y., et al., "High Lead Exposure Is Associated with Telomere Length Shortening in Chinese Battery Manufacturing Plant Workers," *Occupational and Environmental Medicine* 69, no.8 (August 2012): 557-63, doi:10.1136/oemed-2011-100478.
 23. Pavanello et al., "Shorter Telomere Length in Peripheral Blood Lymphocytes of Workers Exposed to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons" (see #20 above); and Bin, P., et al., "Association Between Telomere Length and Occupational Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Exposure," *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 44, no.6 (June 2010): 535-38. (The article is in Chinese.)

第7章 訓練你的端粒：運動量要多少才足夠？

1. Najarro, K., et al., "Telomere Length as an Indicator of the Robustness of B- and T-Cell Response to Influenza in Older Adults," *Journal of Infectious Diseases* 212, no.8 (October 15, 2015): 1261-69, doi:10.1093/infdis/jiv202.

2. Simpson, R. J., et al., "Exercise and the Aging Immune System," *Ageing Research Reviews* 11, no.3 (July 2012): 404-20, doi:10.1016/j.arr.2012.03.003.
3. Cherkas, L. F., et al., "The Association between Physical Activity in Leisure Time and Leukocyte Telomere Length," *Archives of Internal Medicine* 168, no.2 (January 28, 2008): 154-58, doi:10.1001/archinternmed.2007.39.
4. Loprinzi, P. D., "Leisure-Time Screen-Based Sedentary Behavior and Leukocyte Telomere Length: Implications for a New Leisure-Time Screen-Based Sedentary Behavior Mechanism," *Mayo Clinic Proceedings* 90, no.6 (June 2015): 786-90, doi:10.1016/j.mayocp.2015.02.018; and Sjögren, P., et al., "Stand Up for Health—Avoiding Sedentary Behaviour Might Lengthen Your Telomeres: Secondary Outcomes from a Physical Activity RCT in Older People," *British Journal of Sports Medicine* 48, no 19 (October 2014): 1407-09, doi:10.1136/bjsports-2013-093342.
5. Werner, C., et al., "Differential Effects of Aerobic Endurance, Interval and Strength Endurance Training on Telomerase Activity and Senescence Marker Expression in Circulating Mononuclear Cells," *European Heart Journal* 36 (abstract supplement) (August 2015): P2370, http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/ehj/36/suppl_1/163.full.pdf.
6. Loprinzi, P. D., J. P. Loenneke, and E. H. Blackburn, "Movement-Based Behaviors and Leukocyte Telomere Length among US Adults," *Medicine and Science in Sports and Exercise* 47, no.11 (November 2015): 2347-52, doi:10.1249/MSS.0000000000000695.
7. Chilton, W. L., et al., "Acute Exercise Leads to Regulation of Telomere-Associated Genes and MicroRNA Expression in Immune Cells," *PLOS ONE* 9, no.4 (2014): e92088, doi:10.1371/journal.pone.0092088.
8. Denham, J., et al., "Increased Expression of Telomere-Regulating Genes in Endurance Athletes with Long Leukocyte Telomeres," *Journal of Applied Physiology* (1985) 120, no.2 (January 15, 2016): 148-58, doi:10.1152/jappphysiol.00587.2015.
9. Rana, K. S., et al., "Plasma Irisin Levels Predict Telomere Length in Healthy Adults," *Age* 36, no.2 (April 2014): 995-1001, doi:10.1007/s11357-014-9620-9.
10. Mooren, F. C., and K. Krüger, "Exercise, Autophagy, and Apoptosis," *Progress in Molecular Biology and Translational Science* 135 (2015): 407-22, doi:10.1016/bs.pmbts.2015.07.023.
11. Hood, D. A., et al., "Exercise and the Regulation of Mitochondrial Turnover," *Progress in Molecular Biology and Translational Science* 135 (2015): 99-127, doi:10.1016/bs.pmbts.2015.07.007.
12. Loprinzi, P. D., "Cardiorespiratory Capacity and Leukocyte Telomere Length Among Adults in the United States," *American Journal of Epidemiology* 182, no.3 (August 1, 2015): 198-201, doi:10.1093/aje/kwv056.

13. Krauss, J., et al., "Physical Fitness and Telomere Length in Patients with Coronary Heart Disease: Findings from the Heart and Soul Study," *PLOS ONE* 6, no.11 (2011): e26983, doi:10.1371/journal.pone.0026983.
14. Denham, J., et al., "Longer Leukocyte Telomeres Are Associated with Ultra-Endurance Exercise Independent of Cardiovascular Risk Factors," *PLOS ONE* 8, no.7 (2013): e69377, doi:10.1371/journal.pone.0069377.
15. Denham et al., "Increased Expression of Telomere-Regulating Genes in Endurance Athletes with Long Leukocyte Telomeres." (See #8 above.)
16. Laine, M. K., et al., "Effect of Intensive Exercise in Early Adult Life on Telomere Length in Later Life in Men," *Journal of Sports Science and Medicine* 14, no.2 (June 2015): 239-45.
17. Werner, C., et al., "Physical Exercise Prevents Cellular Senescence in Circulating Leukocytes and in the Vessel Wall," *Circulation* 120, no.24 (December 15, 2009): 2438-47, doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.861005.
18. Saßenroth, D., et al., "Sports and Exercise at Different Ages and Leukocyte Telomere Length in Later Life—Data from the Berlin Aging Study II (BASE-II)," *PLOS ONE* 10, no.12 (2015): e0142131, doi:10.1371/journal.pone.0142131.
19. Collins, M., et al., "Athletes with Exercise-Associated Fatigue Have Abnormally Short Muscle DNA Telomeres," *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35, no.9 (September 2003): 1524-28.
20. Wichers, M., et al., "A Time-Lagged Momentary Assessment Study on Daily Life Physical Activity and Affect," *Health Psychology* 31, no.2 (March 2012): 135-144, doi:10.1037/a0025688.
21. Von Haaren, B., et al., "Does a 20-Week Aerobic Exercise Training Programme Increase Our Capabilities to Buffer Real-Life Stressors? A Randomized, Controlled Trial Using Ambulatory Assessment," *European Journal of Applied Physiology* 116, no.2 (February 2016): 383-94, doi:10.1007/s00421-015-3284-8.
22. Puterman, E., et al., "The Power of Exercise: Buffering the Effect of Chronic Stress on Telomere Length," *PLOS ONE* 5, no.5 (2010): e10837, doi:10.1371/journal.pone.0010837.
23. Puterman, E., et al., "Multisystem Resiliency Moderates the Major Depression-Telomere Length Association: Findings from the Heart and Soul Study," *Brain, Behavior, and Immunity* 33 (October 2013): 65-73, doi:10.1016/j.bbi.2013.05.008.
24. Werner et al., "Differential Effects of Aerobic Endurance, Interval and Strength Endurance Training on Telomerase Activity and Senescence Marker Expression in Circulating Mononuclear Cells." (See #5 above.)
25. Masuki, S., et al., "The Factors Affecting Adherence to a Long-Term Interval Walking Training Program in Middle-Aged and Older People," *Journal of Applied Physiology* (1985)

118, no.5 (March 1, 2015): 595-603, doi:10.1152/jappphysiol.00819.2014.

26. Loprinzi, "Leisure-Time Screen-Based Sedentary Behavior and Leukocyte Telomere Length."
(See #4 above.)

第8章 良好睡眠，可讓疲憊的端粒回復活力

1. "Lack of Sleep Is Affecting Americans, Finds the National Sleep Foundation," National Sleep Foundation, <https://sleepfoundation.org/media-center/press-release/lack-sleep-affecting-americans-finds-the-national-sleep-foundation>, accessed September 29, 2015.
2. Carroll, J. E., et al., "Insomnia and Telomere Length in Older Adults," *Sleep* 39, no.3 (March 1, 2016): 559-64, doi:10.5665/sleep.5526.
3. Micic, G., et al., "The Etiology of Delayed Sleep Phase Disorder," *Sleep Medicine Reviews* 27 (June 2016): 29-38, doi:10.1016/j.smr.2015.06.004.
4. Sachdeva, U. M., and C. B. Thompson, "Diurnal Rhythms of Autophagy: Implications for Cell Biology and Human Disease," *Autophagy* 4, no.5 (July 2008): 581-89.
5. Gonnissen, H. K. J., T. Hulshof, and M. S. Westerterp-Plantenga, "Chronobiology, Endocrinology, and Energy-and-Food-Reward Homeostasis," *Obesity Reviews* 14, no.5 (May 2013): 405-16, doi:10.1111/obr.12019.
6. Van der Helm, E., and M. P. Walker, "Sleep and Emotional Memory Processing," *Journal of Clinical Sleep Medicine* 6, no.1 (March 2011): 31-43.
7. Meerlo, P., A. Sgoifo, and D. Suchecki, "Restricted and Disrupted Sleep: Effects on Autonomic Function, Neuroendocrine Stress Systems and Stress Responsivity," *Sleep Medicine Reviews* 12, no.3 (June 2008): 197-210, doi:10.1016/j.smr.2007.07.007.
8. Walker, M. P., "Sleep, Memory, and Emotion," *Progress in Brain Research* 185 (2010): 49-68, doi:10.1016/B978-0-444-53702-7.00004-X.
9. Lee, K. A., et al., "Telomere Length Is Associated with Sleep Duration but Not Sleep Quality in Adults with Human Immunodeficiency Virus," *Sleep* 37, no.1 (January 1, 2014): 157-66, doi:10.5665/sleep.3328; and Cribbet, M. R., et al., "Cellular Aging and Restorative Processes: Subjective Sleep Quality and Duration Moderate the Association between Age and Telomere Length in a Sample of Middle-Aged and Older Adults," *Sleep* 37, no.1 (January 1, 2014): 65-70, doi:10.5665/sleep.3308.
10. Jackowska, M., et. al., "Short Sleep Duration Is Associated with Shorter Telomere Length in Healthy Men: Findings from the Whitehall II Cohort Study," *PLOS ONE* 7, no.10 (2012): e47292, doi:10.1371/journal.pone.0047292.
11. Cribbet et al., "Cellular Aging and Restorative Processes." (See #9 above.)

12. 出處同上。
13. Prather, A. A., et al., "Tired Telomeres: Poor Global Sleep Quality, Perceived Stress, and Telomere Length in Immune Cell Subsets in Obese Men and Women," *Brain, Behavior, and Immunity* 47 (July 2015): 155-62, doi:10.1016/j.bbi.2014.12.011.
14. Chen, W. D., et al., "The Circadian Rhythm Controls Telomeres and Telomerase Activity," *Biochemical and Biophysical Research Communications* 451, no.3 (August 29, 2014): 408-14, doi:10.1016/j.bbrc.2014.07.138.
15. Ong, J., and D. Sholtes, "A Mindfulness-Based Approach to the Treatment of Insomnia," *Journal of Clinical Psychology* 66, no.11 (November 2010): 1175-84, doi:10.1002/jclp.20736.
16. Ong, J. C., et al., "A Randomized Controlled Trial of Mindfulness Meditation for Chronic Insomnia," *Sleep* 37, no.9 (September 1, 2014): 1553-63B, doi:10.5665/sleep.4010.
17. Chang, A. M., D. Aeschbach, J. F. Duffy, and C. A. Czeisler, "Evening Use of Light-Emitting eReaders Negatively Affects Sleep, Circadian Timing, and Next-Morning Alertness," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, no.4 (January 2015): 1232-37, doi:10.1073/pnas.1418490112.
18. Dang-Vu, T. T., et al., "Spontaneous Brain Rhythms Predict Sleep Stability in the Face of Noise," *Current Biology* 20, no.15 (August 10, 2010): R626-27, doi:10.1016/j.cub.2010.06.032.
19. Griefhan, B., P. Bröde, A. Marks, and M. Basner, "Autonomic Arousals Related to Traffic Noise During Sleep," *Sleep* 31, no.4 (April 2008): 569-77.
20. Savolainen, K., et al., "The History of Sleep Apnea Is Associated with Shorter Leukocyte Telomere Length: The Helsinki Birth Cohort Study," *Sleep Medicine* 15, no.2 (February 2014): 209-12, doi:10.1016/j.sleep.2013.11.779.
21. Salihu, H. M., et al., "Association Between Maternal Symptoms of Sleep Disordered Breathing and Fetal Telomere Length," *Sleep* 38, no.4 (April 1, 2015): 559-66, doi:10.5665/sleep.4570.
22. Shin, C., C. H. Yun, D. W. Yoon, and I. Baik, "Association Between Snoring and Leukocyte Telomere Length," *Sleep* 39, no.4 (April 1, 2016): 767-72, doi:10.5665/sleep.5624.

第9章 何者有益端粒：減重？還是健康的新陳代謝？

1. Mundstock, E., et al., "Effect of Obesity on Telomere Length: Systematic Review and Meta-analysis," *Obesity (Silver Spring)* 23, no.11 (November 2015): 2165-74, doi:10.1002/oby.21183.

2. Bosello, O., M. P. Donataccio, and M. Cuzzolaro, "Obesity or Obesities? Controversies on the Association Between Body Mass Index and Premature Mortality," *Eating and Weight Disorders* 21, no.2 (June 2016): 165-74, doi:10.1007/s40519-016-0278-4.
3. Farzaneh-Far, R., et al., "Telomere Length Trajectory and Its Determinants in Persons with Coronary Artery Disease: Longitudinal Findings from the Heart and Soul Study," *PLOS ONE* 5, no.1 (January 2010): e8612, doi:10.1371/journal.pone.0008612.
4. "IDF Diabetes Atlas, Sixth Edition," *International Diabetes Federation*, <http://www.idf.org/atlasmap/atlasmap?indicator=i1&date=2014>, accessed September 16, 2015.
5. Farzaneh-Far et al., "Telomere Length Trajectory and Its Determinants in Persons with Coronary Artery Disease." (See #3 above.)
6. Verhulst, S., et al., "A Short Leucocyte Telomere Length Is Associated with Development of Insulin Resistance," *Diabetologia* 59, no.6 (June 2016): 1258-65, doi:10.1007/s00125-016-3915-6.
7. Zhao, J., et al., "Short Leukocyte Telomere Length Predicts Risk of Diabetes in American Indians: The Strong Heart Family Study," *Diabetes* 63, no.1 (January 2014): 354-62, doi:10.2337/db13-0744.
8. Willeit, P., et al., "Leucocyte Telomere Length and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: New Prospective Cohort Study and Literature-Based Meta-analysis," *PLOS ONE* 9, no.11 (2014): e112483, doi:10.1371/journal.pone.0112483.
9. Guo, N., et al., "Short Telomeres Compromise -Cell Signaling and Survival," *PLOS ONE* 6, no.3 (2011): e17858, doi:10.1371/journal.pone.0017858.
10. Formichi, C., et al., "Weight Loss Associated with Bariatric Surgery Does Not Restore Short Telomere Length of Severe Obese Patients after 1 Year," *Obesity Surgery* 24, no.12 (December 2014): 2089-93, doi:10.1007/s11695-014-1300-4.
11. Gardner, J. P., et al., "Rise in Insulin Resistance is Associated with Escalated Telomere Attrition," *Circulation* 111, no.17 (May 3, 2005): 2171-77.
12. Fothergill, Erin, Juen Guo, Lilian Howard, Jennifer C. Kerns, Nicolas D. Knuth, Robert Brychta, Kong Y. Chen, et al. "Persistent Metabolic Adaptation Six Years after *The Biggest Loser* Competition," *Obesity* (Silver Spring, Md.), May 2, 2016, doi:10.1002/oby.21538.
13. Kim, S., et al., "Obesity and Weight Gain in Adulthood and Telomere Length," *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 18, no.3 (March 2009): 816-20, doi:10.1158/1055-9965.EPI-08-0935.
14. Cottone, P., et al., "CRF System Recruitment Mediates Dark Side of Compulsive Eating," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, no.47 (November 2009): 20016-20, doi:0.1073/pnas.0908789106.

15. Tomiyama, A. J., et al., "Low Calorie Dieting Increases Cortisol," *Psychosomatic Medicine* 72, no.4 (May 2010): 357-64, doi:10.1097/PSY.0b013e3181d9523c.
16. Kiefer, A., J. Lin, E. Blackburn, and E. Epel, "Dietary Restraint and Telomere Length in Preand Post-Menopausal Women," *Psychosomatic Medicine* 70, no.8 (October 2008): 845-49, doi:10.1097/PSY.0b013e318187d05e.
17. Hu, F. B., "Resolved: There Is Sufficient Scientific Evidence That Decreasing Sugar-Sweetened Beverage Consumption Will Reduce the Prevalence of Obesity and Obesity-Related Diseases," *Obesity Reviews* 14, no.8 (August 2013): 606-19, doi:10.1111/obr.12040; and Yang, Q., et al., "Added Sugar Intake and Cardiovascular Diseases Mortality Among U.S. Adults," *JAMA Internal Medicine* 174, no.4 (April 2014): 516-24, doi:10.1001/jamainternmed.2013.13563.
18. Schulte, E. M., N. M. Avena, and A. N. Gearhardt, "Which Foods May Be Addictive? The Roles of Processing, Fat Content, and Glycemic Load," *PLOS ONE* 10, no.2 (February 18, 2015): e0117959, doi:10.1371/journal.pone.0117959.
19. Lustig, R. H., et al., "Isocaloric Fructose Restriction and Metabolic Improvement in Children with Obesity and Metabolic Syndrome," *Obesity* 2 (February 24, 2016): 453-60, doi:10.1002/oby.21371, epub October 26, 2015.
20. Incollingo Belsky, A. C., E. S. Epel, and A. J. Tomiyama, "Clues to Maintaining Calorie Restriction? Psychosocial Profiles of Successful Long-Term Restrictors," *Appetite* 79 (August 2014): 106-12, doi:10.1016/j.appet.2014.04.006.
21. Wang, C., et al., "Adult-Onset, Short-Term Dietary Restriction Reduces Cell Senescence in Mice," *Aging* 2, no.9 (September 2010): 555-66.
22. Daubenmier, J., et al., "Changes in Stress, Eating, and Metabolic Factors Are Related to Changes in Telomerase Activity in a Randomized Mindfulness Intervention Pilot Study," *Psychoneuroendocrinology* 37, no.7 (July 2012): 917-28, doi:10.1016/j.psyneuen.2011.10.008.
23. Mason, A. E., et al., "Effects of a Mindfulness-Based Intervention on Mindful Eating, Sweets Consumption, and Fasting Glucose Levels in Obese Adults: Data from the SHINE Randomized Controlled Trial," *Journal of Behavioral Medicine* 39, no.2 (April 2016): 201-13, doi:10.1007/s10865-015-9692-8.
24. Kristeller, J., with A. Bowman, *The Joy of Half a Cookie: Using Mindfulness to Lose Weight and End the Struggle with Food* (New York: Perigee, 2015). Also see www.mindfuleatingtraining.com and www.mb-eat.com.

第10章 怎麼吃，對端粒和細胞的健康最好？

1. Jurk, D., et al., "Chronic Inflammation Induces Telomere Dysfunction and Accelerates Ageing in Mice," *Nature Communications* 2 (June 24, 2104): 4172, doi:10.1038/ncomms5172.
2. "What You Eat Can Fuel or Cool Inflammation, A Key Driver of Heart Disease, Diabetes, and Other Chronic Conditions," Harvard Medical School, Harvard Health Publications, http://www.health.harvard.edu/family_health_guide/what-you-eat-can-fuel-or-cool-inflammation-a-key-driver-of-heart-disease-diabetes-and-other-chronic-conditions, accessed November 27, 2015.
3. Weischer, M., S. E. Bojesen, and B. G. Nordestgaard, "Telomere Shortening Unrelated to Smoking, Body Weight, Physical Activity, and Alcohol Intake: 4,576 General Population Individuals with Repeat Measurements 10 Years Apart," *PLOS Genetics* 10, no.3 (March 13, 2014): e1004191, doi:10.1371/journal.pgen.1004191; and Pavanello, S., et al., "Shortened Telomeres in Individuals with Abuse in Alcohol Consumption," *International Journal of Cancer* 129, no.4 (August 15, 2011): 983-92. doi:10.1002/ijc.25999.
4. Cassidy, A., et al., "Higher Dietary Anthocyanin and Flavonol Intakes Are Associated with Anti-inflammatory Effects in a Population of U.S. Adults," *American Journal of Clinical Nutrition* 102, no.1 (July 2015): 172-81, doi:10.3945/ajcn.115.108555.
5. Farzaneh-Far, R., et al., "Association of Marine Omega-3 Fatty Acid Levels with Telomeric Aging in Patients with Coronary Heart Disease," *JAMA* 303, no.3 (January 20, 2010): 250-57, doi:10.1001/jama.2009.2008.
6. Goglin, S., et al., "Leukocyte Telomere Shortening and Mortality in Patients with Stable Coronary Heart Disease from the Heart and Soul Study," *PLOS ONE* (2016), in press.
7. Farzaneh-Far et al., "Association of Marine Omega-3 Fatty Acid Levels with Telomeric Aging in Patients with Coronary Heart Disease." (See #5 above.)
8. Kiecolt-Glaser, J. K., et. al., "Omega-3 Fatty Acids, Oxidative Stress, and Leukocyte Telomere Length: A Randomized Controlled Trial," *Brain, Behavior, and Immunity* 28 (February 2013): 16-24, doi:10.1016/j.bbi.2012.09.004.
9. Gleib, D. A., et al., "Shorter Ends, Faster End? Leukocyte Telomere Length and Mortality Among Older Taiwanese," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 70, no.12 (December 2015): 1490-98, doi:10.1093/gerona/glu191.
10. Debreceeni, B., and L. Debreceeni, "The Role of Homocysteine-Lowering B-Vitamins in the Primary Prevention of Cardiovascular Disease," *Cardiovascular Therapeutics* 32, no.3 (June 2014): 130-38, doi:10.1111/1755-5922.12064.
11. Kawanishi, S., and S. Oikawa, "Mechanism of Telomere Shortening by Oxidative Stress," *Annals of the New York Academy of Sciences* 1019 (June 2004): 278-84.
12. Haendeler, J., et al., "Hydrogen Peroxide Triggers Nuclear Export of Telomerase Reverse Transcriptase via Src Kinase Family-Dependent Phosphorylation of Tyrosine 707," *Molecular*

- and *Cellular Biology* 23, no.13 (July 2003): 4598-610.
13. Adelfalk, C., et al., "Accelerated Telomere Shortening in Fanconi Anemia Fibroblasts—a Longitudinal Study," *FEBS Letters* 506, no.1 (September 28, 2001): 22-26.
 14. Xu, Q., et al., "Multivitamin Use and Telomere Length in Women," *American Journal of Clinical Nutrition* 89, no.6 (June 2009): 1857-63, doi:10.3945/ajcn.2008.26986, epub March 11, 2009.
 15. Paul, L., et al., "High Plasma Folate Is Negatively Associated with Leukocyte Telomere Length in Framingham Offspring Cohort," *European Journal of Nutrition* 54, no.2 (March 2015): 235-41, doi:10.1007/s00394-014-0704-1.
 16. Wojcicki, J., et al., "Early Exclusive Breastfeeding Is Associated with Longer Telomeres in Latino Preschool Children," *American Journal of Clinical Nutrition* (July 20, 2016), doi:10.3945/ajcn.115.115428.
 17. Leung, C. W., et al., "Soda and Cell Aging: Associations between Sugar-Sweetened Beverage Consumption and Leukocyte Telomere Length in Healthy Adults from the National Health and Nutrition Examination Surveys," *American Journal of Public Health* 104, no.12 (December 2014): 2425-31, doi:10.2105/AJPH.2014.302151.
 18. Wojcicki, et al "Early Exclusive Breastfeeding Is Associated with Longer Telomeres in Latino Preschool Children." (See #16 above.)
 19. "Peppermint Mocha," Starbucks, <http://www.starbucks.com/menu/drinks/espresso/peppermint-mocha#size=179560&milk=63&whip=125>, accessed September 29, 2015.
 20. Pilz, Stefan, Martin Gröbler, Martin Gaksch, Verena Schwetz, Christian Trummer, Bráin Ó Hartaigh, Nicolas Verheyen, Andreas Tomaschitz, and Winfried März. "Vitamin D and Mortality." *Anticancer Research* 36, no.3 (March 2016): 1379-87.
 21. Zhu et al., "Increased Telomerase Activity and Vitamin D Supplementation in Overweight African Americans," *International Journal of Obesity* (June 2012): 805-09, doi:10.1038/ijo.2011.197.
 22. Boccardi, V., et al., "Mediterranean Diet, Telomere Maintenance and Health Status Among Elderly," *PLOS ONE* 8, no.4 (April 30, 2013): e62781, doi:10.1371/journal.pone.0062781.
 23. Lee, J. Y., et al., "Association Between Dietary Patterns in the Remote Past and Telomere Length," *European Journal of Clinical Nutrition* 69, no.9 (September 2015): 1048-52, doi:10.1038/ejcn.2015.58.
 24. 出處同上。
 25. "IARC Monographs Evaluate Consumption of Red Meat and Processed Meat," World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, press release, October 26, 2015, https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr240_E.pdf.

26. Nettleton, J. A., et al., "Dietary Patterns, Food Groups, and Telomere Length in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)," *American Journal of Clinical Nutrition* 88, no.5 (November 2008): 1405-12.
27. Cardin, R., et al., "Effects of Coffee Consumption in Chronic Hepatitis C: A Randomized Controlled Trial," *Digestive and Liver Disease* 45, no.6 (June 2013): 499-504, doi:10.1016/j.dld.2012.10.021.
28. Liu, J. J., M. Crous-Bou, E. Giovannucci, and I. De Vivo, "Coffee Consumption Is Positively Associated with Longer Leukocyte Telomere Length" in the Nurses' Health Study. *Journal of Nutrition* 146, no.7 (July 2016): 1373-78, doi:10.3945/jn.116.230490, epub June 8, 2016.
29. Lee, J. Y., et al., "Association Between Dietary Patterns in the Remote Past and Telomere Length" (see #23 above); and Nettleton et al., "Dietary Patterns, Food Groups, and Telomere Length in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)" (see #26 above).
30. García-Calzón, S., et al., "Telomere Length as a Biomarker for Adiposity Changes after a Multidisciplinary Intervention in Overweight/Obese Adolescents: The EVASYON Study," *PLOS ONE* 9, no.2 (February 24, 2014): e89828, doi:10.1371/journal.pone.0089828.
31. Lee et al., "Association Between Dietary Patterns in the Remote Past and Telomere Length." (See #23 above.)
32. Leung et al., "Soda and Cell Aging." (See #17 above.)
33. Tiainen, A. M., et al., "Leukocyte Telomere Length and Its Relation to Food and Nutrient Intake in an Elderly Population," *European Journal of Clinical Nutrition* 66, no.12 (December 2012):1290-94, doi:10.1038/ejcn.2012.143.
34. Cassidy, A., et al., "Associations Between Diet, Lifestyle Factors, and Telomere Length in Women," *American Journal of Clinical Nutrition* 91, no.5 (May 2010): 1273-80, doi:10.3945/ajcn.2009.28947.
35. Pavanello, et al., "Shortened Telomeres in Individuals with Abuse in Alcohol Consumption." (See #3 above.)
36. Cassidy et al., "Associations Between Diet, Lifestyle Factors, and Telomere Length in Women." (See #34 above.)
37. Tiainen et al., "Leukocyte Telomere Length and Its Relation to Food and Nutrient Intake in an Elderly Population." (See #33 above.)
38. Lee et al., "Association Between Dietary Patterns in the Remote Past and Telomere Length." (See #23 above.)
39. 出處同上。
40. 出處同上。

41. Farzaneh-Far et al., "Association of Marine Omega-3 Fatty Acid Levels With Telomeric Aging in Patients with Coronary Heart Disease." (See #5 above.)
42. García-Calzón et al., "Telomere Length as a Biomarker for Adiposity Changes after a Multidisciplinary Intervention in Overweight/Obese Adolescents: The EVASYON Study." (See #30 above.)
43. Liu et al., "Coffee Consumption Is Positively Associated with Longer Leukocyte Telomere Length" in the Nurses' Health Study. (See #28 above.)
44. Paul, L., "Diet, Nutrition and Telomere Length," *Journal of Nutritional Biochemistry* 22, no.10 (October 2011): 895-901, doi:10.1016/j.jnutbio.2010.12.001.
45. Richards, J. B., et al., "Higher Serum Vitamin D Concentrations Are Associated with Longer Leukocyte Telomere Length in Women," *American Journal of Clinical Nutrition* 86, no.5 (November 2007): 1420-25;
46. Xu et al., "Multivitamin Use and Telomere Length in Women" (see #14 above).
47. Paul et al., "High Plasma Folate Is Negatively Associated with Leukocyte Telomere Length in Framingham Offspring Cohort." (This study also found vitamin use was associated with shorter telomeres.) (See #15 above.)
48. O'Neill, J., T. O. Daniel, and L. H. Epstein, "Episodic Future Thinking Reduces Eating in a Food Court," *Eating Behaviors* 20 (January 2016): 9-13, doi:10.1016/j.eatbeh.2015.10.002.

〈逆齡的重要訣竅〉如何實現持久的改變？

1. Vasilaki, E. I., S. G. Hosier, and W. M. Cox, "The Efficacy of Motivational Interviewing as a Brief Intervention for Excessive Drinking: A Meta-analytic Review," *Alcohol and Alcoholism* 41, no.3 (May 2006): 328-35, doi:10.1093/alcalc/agl016; and Lindson-Hawley, N., T. P. Thompson, and R. Begh, "Motivational Interviewing for Smoking Cessation," *Cochrane Database of Systematic Reviews* 3 (March 2, 2015): CD006936, doi:10.1002/14651858.CD006936.pub3.
2. Sheldon, K. M., A. Gunz, C. P. Nichols, and Y. Ferguson, "Extrinsic Value Orientation and Affective Forecasting: Overestimating the Rewards, Underestimating the Costs," *Journal of Personality* 78, no.1 (February 2010): 149-78, doi:10.1111/j.1467-6494.2009.00612.x; Kasser, T., and R. M. Ryan, "Further Examining the American Dream: Differential Correlates of Intrinsic and Extrinsic Goals," *Personality and Social Psychology Bulletin* 22, no.3 (March 1996): 280-87, doi:10.1177/0146167296223006; and Ng, J. Y., et al., "Self-Determination Theory Applied to Health Contexts: A Meta-analysis," *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science* 7, no.4 (July 2012): 325-40, doi:10.1177/1745691612447309.

3. Ogedegbe, G. O., et al., "A Randomized Controlled Trial of Positive-Affect Intervention and Medication Adherence in Hypertensive African Americans," *Archives of Internal Medicine* 172, no.4 (February 27, 2012): 322-26, doi:10.1001/archinternmed.2011.1307.
4. Bandura, A., "Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change." *Psychological Review* 84, no.2 (March 1977): 191-215.
5. B. J. Fogg illustrates his suggestion of making tiny changes attached to daily trigger events: "Forget Big Change, Start with a Tiny Habit: BJ Fogg at TEDxFremont," YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=AdKUJxjn-R8>.
6. Baumeister, R. F., "Self-Regulation, Ego Depletion, and Inhibition," *Neuropsychologia* 65 (December 2014): 313-19, doi:10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.012.

第11章 人際關係和社區環境對端粒的影響

1. Needham, B. L., et al., "Neighborhood Characteristics and Leukocyte Telomere Length: The Multi-ethnic Study of Atherosclerosis," *Health & Place* 28 (July 2014): 167-72, doi:10.1016/j.healthplace.2014.04.009.
2. Geronimus, A. T., et al., "Race-Ethnicity, Poverty, Urban Stressors, and Telomere Length in a Detroit Community-Based Sample," *Journal of Health and Social Behavior* 56, no.2 (June 2015): 199-224, doi:10.1177/0022146515582100.
3. Park, M., et al., "Where You Live May Make You Old: The Association Between Perceived Poor Neighborhood Quality and Leukocyte Telomere Length," *PLOS ONE* 10, no.6 (June 17, 2015): e0128460, doi:10.1371/journal.pone.0128460.
4. 出處同上。
5. Lederbogen, F., et al., "City Living and Urban Upbringing Affect Neural Social Stress Processing in Humans," *Nature* 474, no.7352 (June 22, 2011): 498-501, doi:10.1038/nature10190.
6. Park et al., "Where You Live May Make You Old." (See #3 above.)
7. DeSantis, A. S., et al., "Associations of Neighborhood Characteristics with Sleep Timing and Quality: The Multi-ethnic Study of Atherosclerosis," *Sleep* 36, no.10 (October 1, 2013): 1543-51, doi:10.5665/sleep.3054.
8. Theall, K. P., et al., "Neighborhood Disorder and Telomeres: Connecting Children's Exposure to Community Level Stress and Cellular Response," *Social Science & Medicine* (1982) 85 (May 2013): 50-58, doi:10.1016/j.socscimed.2013.02.030.
9. Woo, J., et al., "Green Space, Psychological Restoration, and Telomere Length," *Lancet* 373, no.9660 (January 24, 2009): 299-300, doi:10.1016/S0140-6736(09)60094-5.

10. Roe, J. J., et al., "Green Space and Stress: Evidence from Cortisol Measures in Deprived Urban Communities," *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10, no.9 (September 2013): 4086-103, doi:10.3390/ijerph10094086.
11. Mitchell, R., and F. Popham, "Effect of Exposure to Natural Environment on Health Inequalities: An Observational Population Study," *Lancet* 372, no.9650 (November 8, 2008): 1655-60, doi:10.1016/S0140-6736(08)61689-X.
12. Theall et al., "Neighborhood Disorder and Telomeres." (See #8 above.)
13. Robertson, T., et al., "Is Socioeconomic Status Associated with Biological Aging as Measured by Telomere Length?" *Epidemiologic Reviews* 35 (2013): 98-111, doi:10.1093/epirev/mxs001.
14. Adler, N. E., et al., "Socioeconomic Status and Health: The Challenge of the Gradient," *American Psychologist* 49, no.1 (January 1994): 15-24.
15. Cherkas, L. F., et al., "The Effects of Social Status on Biological Aging as Measured by White-Blood-Cell Telomere Length," *Aging Cell* 5, no.5 (October 2006): 361-65, doi:10.1111/j.1474-9726.2006.00222.x.
16. "Canary Used for Testing for Carbon Monoxide," Center for Construction Research and Training, Electronic Library of Construction Occupational Safety & Health, <http://elcosh.org/video/3801/a000096/canary-used-for-testing-for-carbon-monoxide.html>.
17. Hou, L., et al., "Lifetime Pesticide Use and Telomere Shortening Among Male Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study," *Environmental Health Perspectives* 121, no.8 (August 2013): 919-24, doi:10.1289/ehp.1206432.
18. Kahl, V. F., et al., "Telomere Measurement in Individuals Occupationally Exposed to Pesticide Mixtures in Tobacco Fields," *Environmental and Molecular Mutagenesis* 57, no.1 (January 2016), doi:10.1002/em.21984.
19. 出處同上。
20. Zota A. R., et al., "Associations of Cadmium and Lead Exposure with Leukocyte Telomere Length: Findings from National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002," *American Journal of Epidemiology* 181, no.2 (January 15, 2015): 127-136, doi:10.1093/aje/kwu293.
21. "Toxicological Profile for Cadmium," U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Atlanta, Ga., September 2012), <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>.
22. Lin, S., et al., "Short Placental Telomere Was Associated with Cadmium Pollution in an Electronic Waste Recycling Town in China," *PLOS ONE* 8, no.4 (2013): e60815, doi:10.1371/journal.pone.0060815.
23. Zota et al., "Associations of Cadmium and Lead Exposure with Leukocyte Telomere Length." (See #20 above.)

24. Wu, Y., et al., "High Lead Exposure Is Associated with Telomere Length Shortening in Chinese Battery Manufacturing Plant Workers," *Occupational and Environmental Medicine* 69, no.8 (August 2012): 557-63, doi:10.1136/oemed-2011-100478.
25. 出處同上。
26. Pawlas, N., et al., "Telomere Length in Children Environmentally Exposed to Low-to-Moderate Levels of Lead," *Toxicology and Applied Pharmacology* 287, no.2 (September 1, 2015): 111-18, doi:10.1016/j.taap.2015.05.005.
27. Hoxha, M., et al., "Association Between Leukocyte Telomere Shortening and Exposure to Traffic Pollution: A Cross-Sectional Study on Traffic Officers and Indoor Office Workers," *Environmental Health* 8 (2009): 41, doi:10.1186/1476-069X-8-41; Zhang, X., S. Lin, W. E. Funk, and L. Hou, "Environmental and Occupational Exposure to Chemicals and Telomere Length in Human Studies," *Postgraduate Medical Journal* 89, no.1058 (December 2013): 722-28, doi:10.1136/postgradmedj-2012-101350rep; and Mitro, S. D., L. S. Birnbaum, B. L. Needham, and R. Zota, "Cross-Sectional Associations Between Exposure to Persistent Organic Pollutants and Leukocyte Telomere Length Among U.S. Adults in NHANES, 2001-2002," *Environmental Health Perspectives* 124, no.5 (May 2016): 651-58, doi:10.1289/ehp.1510187.
28. Bijlens, E., et al., "Lower Placental Telomere Length May Be Attributed to Maternal Residential Traffic Exposure; A Twin Study," *Environment International* 79 (June 2015): 1-7, doi:10.1016/j.envint.2015.02.008.
29. Ferrario, D., et al., "Arsenic Induces Telomerase Expression and Maintains Telomere Length in Human Cord Blood Cells," *Toxicology* 260, nos. 1-3 (June 16, 2009): 132-41, doi:10.1016/j.tox.2009.03.019; Hou, L., et al., "Air Pollution Exposure and Telomere Length in Highly Exposed Subjects in Beijing, China: A Repeated-Measure Study," *Environment International* 48 (November 1, 2012): 71-77, doi:10.1016/j.envint.2012.06.020; Zhang et al., "Environmental and Occupational Exposure to Chemicals and Telomere Length in Human Studies"; Bassig, A., et al., "Alterations in Leukocyte Telomere Length in Workers Occupationally Exposed to Benzene," *Environmental and Molecular Mutagenesis* 55, no.8 (2014): 673-78, doi:10.1002/em.21880; and Li, H., Engström, M. Vahter, and K. Broberg, "Arsenic Exposure Through Drinking Water Is Associated with Longer Telomeres in Peripheral Blood," *Chemical Research in Toxicology* 25, no.11 (November 19, 2012): 2333-39, doi:10.1021/tx300222t.
30. American Association for Cancer Research, *AACR Cancer Progress Report 2014: Transforming Lives Through Cancer Research*, 2014, http://cancer-progressreport.org/2014/Documents/AACR_CPR_2014.pdf, accessed October 21, 2015.
31. "Cancer Fact Sheet no.297," World Health Organization, updated February 2015, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en/>, accessed October 21, 2015.

32. House, J. S., K. R. Landis, and D. Umberson, "Social Relationships and Health," *Science* 241, no.4865 (July 29, 1988): 540-45; Berkman, F., and S. L. Syme, "Social Networks, Host Resistance, and Mortality: A Nine-Year Follow-up Study of Alameda County Residents," *American Journal of Epidemiology* 109, no.2 (February 1979): 186-204; and Holt-Lunstad, J., T. B. Smith, M. B. Baker, T. Harris, and D. Stephenson, "Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality: A Meta-analytic Review," *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science* 10, no.2 (March 2015): 227-37, doi:10.1177/1745691614568352.
33. Hermes, G. L., et al., "Social Isolation Dysregulates Endocrine and Behavioral Stress While Increasing Malignant Burden of Spontaneous Mammary Tumors," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, no.52 (December 29, 2009): 22393-98, doi:10.1073/pnas.0910753106.
34. Aydinonat, D., et al., "Social Isolation Shortens Telomeres in African Grey Parrots (*Psittacus erithacus erithacus*)," *PLOS ONE* 9, no.4 (2014): e93839, doi:10.1371/journal.pone.0093839.
35. Carroll, J. E., A. V. Diez Roux, A. L. Fitzpatrick, and T. Seeman, "Low Social Support Is Associated with Shorter Leukocyte Telomere Length in Late Life: Multi-ethnic Study of Atherosclerosis," *Psychosomatic Medicine* 75, no.2 (February 2013): 171-77, doi:10.1097/PSY.0b013e31828233bf.
36. Uchino, B. N., et al., "The Strength of Family Ties: Perceptions of Network Relationship Quality and Levels of C-Reactive Proteins in the North Texas Heart Study," *Annals of Behavioral Medicine* 49, no.5 (October 2015): 776-81, doi:10.1007/s12160-015-9699-y.
37. Uchino, B. N., et al., "Social Relationships and Health: Is Feeling Positive, Negative, or Both (Ambivalent) About Your Social Ties Related to Telomeres?" *Health Psychology* 31, no.6 (November 2012): 789-96, doi:10.1037/a0026836.
38. Robles, T. F., R. B. Slatcher, J. M. Trombello, and M. M. McGinn, "Marital Quality and Health: A Meta-analytic Review," *Psychological Bulletin* 140, no.1 (January 2014): 140-87, doi:10.1037/a0031859.
39. 出處同上。
40. Mainous, A. G., et al., "Leukocyte Telomere Length and Marital Status among Middle-Aged Adults," *Age and Ageing* 40, no.1 (January 2011): 73-78, doi:10.1093/ageing/afq118; and Yen, Y., and F. Lung, "Older Adults with Higher Income or Marriage Have Longer Telomeres," *Age and Ageing* 42, no.2 (March 2013): 234-39, doi:10.1093/ageing/afs122.
41. Broer, L., V. Codd, D. R. Nyholt, et al, "Meta-Analysis of Telomere Length in 19,713 Subjects Reveals High Heritability, Stronger Maternal Inheritance and a Paternal Age Effect," *European Journal of Human Genetics: EJHG* 21, no.10 (October 2013): 1163-68, doi:10.1038/ejhg.2012.303.

42. Herbenick, D., et al., "Sexual Behavior in the United States: Results from a National Probability Sample of Men and Women Ages 14-94," *Journal of Sexual Medicine* 7, Suppl. 5 (October 7, 2010): 255-65, doi:10.1111/j.1743-6109.2010.02012.x.
43. Saxbe, D. E., et al., "Cortisol Covariation within Parents of Young Children: Moderation by Relationship Aggression," *Psychoneuroendocrinology* 62 (December 2015): 121-28, doi:10.1016/j.psyneuen.2015.08.006.
44. Liu, S., M. J. Rovine, L. C. Klein, and D. M. Almeida, "Synchrony of Diurnal Cortisol Pattern in Couples," *Journal of Family Psychology* 27, no.4 (August 2013): 579-88, doi:10.1037/a0033735.
45. Helm, J. L., D. A. Sbarra, and E. Ferrer, "Coregulation of Respiratory Sinus Arrhythmia in Adult Romantic Partners," *Emotion* 14, no.3 (June 2014): 522-31, doi:10.1037/a0035960.
46. Hack, T., S. A. Goodwin, and S. T. Fiske, "Warmth Trumps Competence in Evaluations of Both Ingroup and Outgroup," *International Journal of Science, Commerce and Humanities* 1, no.6 (September 2013): 99-105.
47. Parrish, T., "How Hate Took Hold of Me," *Daily News*, June 21, 2015, <http://www.nydailynews.com/opinion/tim-parrish-hate-hold-article-1.2264643>, accessed October 23, 2015.
48. Lui, S. Y., and Kawachi, I. "Discrimination and Telomere Length Among Older Adults in the US: Does the Association Vary by Race and Type of Discrimination?" under review, Public Health Reports.
49. Chae, D. H., et al., "Discrimination, Racial Bias, and Telomere Length in African American Men," *American Journal of Preventive Medicine* 46, no.2 (February 2014): 103-11, doi:10.1016/j.amepre.2013.10.020.
50. Peckham, M., "This Billboard Sucks Pollution from the Sky and Returns Purified Air," *Time*, May 1, 2014, <http://time.com/84013/this-billboard-sucks-pollution-from-the-sky-and-returns-purified-air/>, accessed November 24, 2015.
51. Diers, J., *Neighbor Power: Building Community the Seattle Way* (Seattle: University of Washington Press, 2004).
52. Beyer, K. M. M., et al., "Exposure to Neighborhood Green Space and Mental Health: Evidence from the Survey of the Health of Wisconsin," *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, no.3 (March 2014): 3453-72, doi:10.3390/ijerph110303453; and Roe et al., "Green Space and Stress" (see #10 above).
53. Branas, C. C., et al., "A Difference-in-Differences Analysis of Health, Safety, and Greening Vacant Urban Space," *American Journal of Epidemiology* 174, no.11 (December 1, 2011): 1296-1306, doi:10.1093/aje/kwr273.

54. Wesselmann, E. D., F. D. Cardoso, S. Slater, and K. D. Williams, "To Be Looked At as Though Air: Civil Attention Matters," *Psychological Science* 23, no.2 (February 2012): 166-168, doi:10.1177/0956797611427921.
55. Guéguen, N., and M-A De Gail, "The Effect of Smiling on Helping Behavior: Smiling and Good Samaritan Behavior," *Communication Reports*, 16, no.2 (2003): 133-40, doi: 10.1080/08934210309384496.

第12章 人之初：細胞老化始於子宮內

1. Hjelmberg, J. B., et al., "The Heritability of Leucocyte Telomere Length Dynamics," *Journal of Medical Genetics* 52, no.5 (May 2015): 297-302, doi:10.1136/jmedgenet-2014-102736.
2. Wojcicki, J. M., et al., "Cord Blood Telomere Length in Latino Infants: Relation with Maternal Education and Infant Sex," *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association* 36, no.3 (March 2016): 235-41, doi:10.1038/jp.2015.178.
3. Needham, B. L., et al., "Socioeconomic Status and Cell Aging in Children," *Social Science and Medicine* (1982) 74, no.12 (June 2012): 1948-51, doi:10.1016/j.socscimed.2012.02.019.
4. Collopy, L. C., et al., "Triallelic and Epigenetic-like Inheritance in Human Disorders of Telomerase," *Blood* 126, no.2 (July 9, 2015): 176-84, doi:10.1182/blood-2015-03-633388.
5. Factor-Litvak, P., et al., "Leukocyte Telomere Length in Newborns: Implications for the Role of Telomeres in Human Disease," *Pediatrics* 137, no.4 (April 2016): e20153927, doi:10.1542/peds.2015-3927.
6. De Meyer, T., et al., "A Non-Genetic, Epigenetic-like Mechanism of Telomere Length Inheritance?" *European Journal of Human Genetics* 22, no.1 (January 2014): 10-11, doi:10.1038/ejhg.2013.255.
7. Collopy et al., "Triallelic and Epigenetic-like Inheritance in Human Disorders of Telomerase." (See #4 above.)
8. Tarry-Adkins, J. L., et al., "Maternal Diet Influences DNA Damage, Aortic Telomere Length, Oxidative Stress, and Antioxidant Defense Capacity in Rats," *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* 22, no.6 (June 2008): 2037-44, doi:10.1096/fj.07-099523.
9. Aiken, C. E., J. L. Tarry-Adkins, and S. E. Ozanne, "Suboptimal Nutrition in Utero Causes DNA Damage and Accelerated Aging of the Female Reproductive Tract," *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* 27, no.10 (October 2013): 3959-65, doi:10.1096/fj.13-234484.
10. Aiken, C. E., J. L. Tarry-Adkins, and S. E. Ozanne. "Transgenerational Developmental Programming of Ovarian Reserve," *Scientific Reports* 5 (2015): 16175,

- doi:10.1038/srep16175.
11. Tarry-Adkins, J. L., et al., "Nutritional Programming of Coenzyme Q: Potential for Prevention and Intervention?" *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* 28, no.12 (December 2014): 5398-405, doi:10.1096/fj.14-259473.
 12. Bull, C., H. Christensen, and M. Fenech, "Cortisol Is Not Associated with Telomere Shortening or Chromosomal Instability in Human Lymphocytes Cultured Under Low and High Folate Conditions," *PLOS ONE* 10, no.3 (March 6, 2015): e0119367, doi:10.1371/journal.pone.0119367; and Bull, C., et al., "Folate Deficiency Induces Dysfunctional Long and Short Telomeres; Both States Are Associated with Hypomethylation and DNA Damage in Human WIL2-NS Cells," *Cancer Prevention Research (Philadelphia, Pa.)* 7, no.1 (January 2014): 128-38, doi:10.1158/1940-6207.CAPR-13-0264.
 13. Entringer, S., et al., "Maternal Folate Concentration in Early Pregnancy and Newborn Telomere Length," *Annals of Nutrition and Metabolism* 66, no.4 (2015): 202-08, doi:10.1159/000381925.
 14. Cerne, J. Z., et al., "Functional Variants in CYP1B1, KRAS and MTHFR Genes Are Associated with Shorter Telomere Length in Postmenopausal Women," *Mechanisms of Ageing and Development* 149 (July 2015): 1-7, doi:10.1016/j.mad.2015.05.003.
 15. "Folic Acid Fact Sheet," Womenshealth.gov, <http://womenshealth.gov/publications/our-publications/fact-sheet/folic-acid.html>, accessed November 27, 2015.
 16. Paul, L., et al., "High Plasma Folate Is Negatively Associated with Leukocyte Telomere Length in Framingham Offspring Cohort," *European Journal of Nutrition* 54, no.2 (March 2015): 235-41, doi:10.1007/s00394-014-0704-1.
 17. Entringer, S., et al., "Maternal Psychosocial Stress During Pregnancy Is Associated with Newborn Leukocyte Telomere Length," *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 208, no.2 (February 2013): 134.e1-7, doi:10.1016/j.ajog.2012.11.033.
 18. Marchetto, N. M., et al., "Prenatal Stress and Newborn Telomere Length," *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, January 30, 2016, doi:10.1016/j.ajog.2016.01.177.
 19. Entringer, S., et al., "Influence of Prenatal Psychosocial Stress on Cytokine Production in Adult Women," *Developmental Psychobiology* 50, no.6 (September 2008): 579-87, doi:10.1002/dev.20316.
 20. Entringer, S., et al., "Stress Exposure in Intrauterine Life Is Associated with Shorter Telomere Length in Young Adulthood," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, no.33 (August 16, 2011): E513-18, doi:10.1073/pnas.1107759108.
 21. Haussman, M., and B. Heidinger, "Telomere Dynamics May Link Stress Exposure and Ageing across Generations," *Biology Letters* 11, no.11 (November 2015), doi:10.1098/rsbl.2015.0396.

22. 出處同上。

第13章 童年會影響一生：幼年生活如何形塑端粒？

1. Sullivan, M. C., "For Romania's Orphans, Adoption Is Still a Rarity," National Public Radio, August 19, 2012, <http://www.npr.org/2012/08/19/158924764/for-romanias-orphans-adoption-is-still-a-rarity>.
2. Ahern, L., "Orphanages Are No Place for Children," *Washington Post*, August 9, 2013, https://www.washingtonpost.com/opinions/orphanages-are-no-place-for-children/2013/08/09/6d502fb0-fadd-11e2-a369-d1954abc7e3_story.html, accessed October 14, 2015.
3. Felitti, V. J., et al., "Relationship of Childhood Abuse and Household Dysfunction to Many of the Leading Causes of Death in Adults: The Adverse Childhood Experiences (ACE) Study," *American Journal of Preventive Medicine* 14, no.4 (May 1998): 245-58.
4. Chen, S. H., et al., "Adverse Childhood Experiences and Leukocyte Telomere Maintenance in Depressed and Healthy Adults," *Journal of Affective Disorders* 169 (December 2014): 86-90, doi:10.1016/j.jad.2014.07.035.
5. Skilton, M. R., et al., "Telomere Length in Early Childhood: Early Life Risk Factors and Association with Carotid Intima-Media Thickness in Later Childhood," *European Journal of Preventive Cardiology* 23, no.10 (July 2016), 1086-92, doi:10.1177/2047487315607075.
6. Drury, S. S., et al., "Telomere Length and Early Severe Social Deprivation: Linking Early Adversity and Cellular Aging," *Molecular Psychiatry* 17, no.7 (July 2012): 719-27, doi:10.1038/mp.2011.53.
7. Hamilton, J., "Orphans' Lonely Beginnings Reveal How Parents Shape a Child's Brain," National Public Radio, February 24, 2014, <http://www.npr.org/sections/health-shots/2014/02/20/280237833/orphans-lonely-beginnings-reveal-how-parents-shape-a-childs-brain>, accessed October 15, 2015.
8. Powell, A., "Breathtakingly Awful," *Harvard Gazette*, October 5, 2010, <http://news.harvard.edu/gazette/story/2010/10/breathtakingly-awful/>, accessed October 26, 2015.
9. Authors' interview with Charles Nelson, September 18, 2015.
10. Shalev, I., et al., "Exposure to Violence During Childhood Is Associated with Telomere Erosion from 5 to 10 Years of Age: A Longitudinal Study," *Molecular Psychiatry* 18, no.5 (May 2013): 576-81, doi:10.1038/mp.2012.32.
11. Price, L. H., et al., "Telomeres and Early-Life Stress: An Overview," *Biological Psychiatry* 73, no.1 (January 1, 2013): 15-23, doi:10.1016/j.biopsych.2012.06.025.

12. Révész, D., Y. Milaneschi, E. M. Terpstra, and B. W. J. H. Penninx, "Baseline Biopsychosocial Determinants of Telomere Length and 6-Year Attrition Rate," *Psychoneuroendocrinology* 67 (May 2016): 153-62, doi:10.1016/j.psyneuen.2016.02.007.
13. Danese, A., and B. S. McEwen, "Adverse Childhood Experiences, Allostasis, Allostatic Load, and Age-Related Disease," *Physiology & Behavior* 106, no.1 (April 12, 2012): 29-39, doi:10.1016/j.physbeh.2011.08.019.
14. Infurna, F. J., C. T. Rivers, J. Reich, and A. J. Zautra, "Childhood Trauma and Personal Mastery: Their Influence on Emotional Reactivity to Everyday Events in a Community Sample of Middle-Aged Adults," *PLOS ONE* 10, no.4 (2015): e0121840, doi:10.1371/journal.pone.0121840.
15. Schrepf, A., K. Markon, and S. K. Lutgendorf, "From Childhood Trauma to Elevated C-Reactive Protein in Adulthood: The Role of Anxiety and Emotional Eating," *Psychosomatic Medicine* 76, no.5 (June 2014): 327-36, doi:10.1097/PSY.0000000000000072.
16. Felitti, V. J., et al., "Relationship of Childhood Abuse and Household Dysfunction to Many of the Leading Causes of Death in Adults. The Adverse Childhood Experiences (ACE) Study," *American Journal of Preventive Medicine* 14, no.4 (May 1998): 245-58, doi.org/10.1016/S0749-3797(98)00017-8.
17. Lim, D., and D. DeSteno, "Suffering and Compassion: The Links Among Adverse Life Experiences, Empathy, Compassion, and Prosocial Behavior," *Emotion* 16, no.2 (March 2016): 175-82, doi:10.1037/emo0000144.
18. Asok, A., et al., "Infant-Caregiver Experiences Alter Telomere Length in the Brain," *PLOS ONE* 9, no.7 (2014): e101437, doi:10.1371/journal.pone.0101437.
19. McEwen, B. S., C. N. Nasca, and J. D. Gray, "Stress Effects on Neuronal Structure: Hippocampus, Amygdala, and Prefrontal Cortex," *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology* 41, no.1 (January 2016): 3-23, doi:10.1038/npp.2015.171; and Arnsten, A. F. T., "Stress Signalling Pathways That Impair Prefrontal Cortex Structure and Function," *Nature Reviews Neuroscience* 10, no.6 (June 2009): 410-22, doi:10.1038/nrn2648.
20. Suomi, S., "Attachment in Rhesus Monkeys," in *Handbook of Attachment: Theory, Research, and Clinical Applications*, ed. J. Cassidy and P. R. Shaver, 3rd ed. (New York: Guilford Press, 2016).
21. Schnepf, L., Jeanne Brooks-Gunn, Daniel Notterman, and Stephen, Suomi, "Early Life Experiences and Telomere Length in Adult Rhesus Monkeys: An Exploratory Study." *Psychosomatic Medicine*, in press (n.d.).
22. Gunnar, M. R., et al., "Parental Buffering of Fear and Stress Neurobiology: Reviewing Parallels Across Rodent, Monkey, and Human Models," *Social Neuroscience* 10, no.5 (2015):

- 474-78, doi:10.1080/17470919.2015.1070198.
23. Hostinar, C. E., R. M. Sullivan, and M. R. Gunnar, "Psychobiological Mechanisms Underlying the Social Buffering of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenocortical Axis: A Review of Animal Models and Human Studies Across Development," *Psychological Bulletin* 140, no.1 (January 2014): 256-82, doi:10.1037/a0032671.
 24. Doom, J. R., C. E. Hostinar, A. A. VanZomereren-Dohm, and M. R. Gunnar, "The Roles of Puberty and Age in Explaining the Diminished Effectiveness of Parental Buffering of HPA Reactivity and Recovery in Adolescence," *Psychoneuroendocrinology* 59 (September 2015): 102-11, doi:10.1016/j.psyneuen.2015.04.024.
 25. Seery, M. D., et al., "An Upside to Adversity?: Moderate Cumulative Lifetime Adversity Is Associated with Resilient Responses in the Face of Controlled Stressors," *Psychological Science* 24, no.7 (July 1, 2013): 1181-89, doi:10.1177/0956797612469210.
 26. Asok, A., et al., "Parental Responsiveness Moderates the Association Between Early-Life Stress and Reduced Telomere Length," *Development and Psychopathology* 25, no.3 (August 2013): 577-85, doi:10.1017/S0954579413000011.
 27. Bernard, K., C. E. Hostinar, and M. Dozier, "Intervention Effects on Diurnal Cortisol Rhythms of Child Protective Services-Referred Infants in Early Childhood: Preschool Follow-Up Results of a Randomized Clinical Trial," *JAMA Pediatrics* 169, no.2 (February 2015): 112-19, doi:10.1001/jamapediatrics.2014.2369.
 28. Kroenke, C. H., et al., "Autonomic and Adrenocortical Reactivity and Buccal Cell Telomere Length in Kindergarten Children," *Psychosomatic Medicine* 73, no.7 (September 2011): 533-40, doi:10.1097/PSY.0b013e318229acfc.
 29. Wojcicki, J. M., et al., "Telomere Length Is Associated with Oppositional Defiant Behavior and Maternal Clinical Depression in Latino Preschool Children," *Translational Psychiatry* 5 (June 2015): e581, doi:10.1038/tp.2015.71; and Costa, D. S., et al., "Telomere Length Is Highly Inherited and Associated with Hyperactivity-Impulsivity in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder," *Frontiers in Molecular Neuroscience* 8 (July 2015): 28, doi:10.3389/fnmol.2015.00028.
 30. Kroenke et al., "Autonomic and Adrenocortical Reactivity and Buccal Cell Telomere Length in Kindergarten Children." (See #27 above.)
 31. Boyce, W. T., and B. J. Ellis, "Biological Sensitivity to Context: I. An Evolutionary-Developmental Theory of the Origins and Functions of Stress Reactivity," *Development and Psychopathology* 17, no.2 (spring 2005): 271-301.
 32. Van Ijzendoorn, M. H., and M. J. Bakermans-Kranenburg, "Genetic Differential Susceptibility on Trial: Meta-analytic Support from Randomized Controlled Experiments," *Development and Psychopathology* 27, no.1 (February 2015): 151-62, doi:10.1017/S0954579414001369.

33. Colter, M., et al., "Social Disadvantage, Genetic Sensitivity, and Children's Telomere Length," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no.16 (April 22, 2014): 5944-49, doi:10.1073/pnas.1404293111.
34. Brody, G. H., T. Yu, S. R. H. Beach, and R. A. Philibert, "Prevention Effects Ameliorate the Prospective Association Between Nonsupportive Parenting and Diminished Telomere Length," *Prevention Science: The Official Journal of the Society for Prevention Research* 16, no.2 (February 2015): 171-80, doi:10.1007/s11121-014-0474-2; Beach, S. R. H., et al., "Nonsupportive Parenting Affects Telomere Length in Young Adulthood Among African Americans: Mediation through Substance Use," *Journal of Family Psychology: JFP: Journal of the Division of Family Psychology of the American Psychological Association (Division 43)* 28, no.6 (December 2014): 967-72, doi:10.1037/fam0000039; and Brody, G. H., et al., "The Adults in the Making Program: Long-Term Protective Stabilizing Effects on Alcohol Use and Substance Use Problems for Rural African American Emerging Adults," *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 80, no.1 (February 2012): 17-28. doi:10.1037/a0026592.
35. Brody et al., "Prevention Effects Ameliorate the Prospective Association Between Nonsupportive Parenting and Diminished Telomere Length"; and Beach et al., "Nonsupportive Parenting Affects Telomere Length in Young Adulthood among African Americans: Mediation through Substance Use." (See #33 above.)
36. Spielberg, J. M., T. M. Olino, E. E. Forbes, and R. E. Dahl, "Exciting Fear in Adolescence: Does Pubertal Development Alter Threat Processing?" *Developmental Cognitive Neuroscience* 8 (April 2014): 86-95, doi:10.1016/j.dcn.2014.01.004; and Peper, J. S., and R. E. Dahl, "Surging Hormones: Brain-Behavior Interactions During Puberty," *Current Directions in Psychological Science* 22, no.2 (April 2013): 134-39, doi:10.1177/0963721412473755.
37. Turkle, S., *Reclaiming Conversation: The Power of Talk in a Digital Age* (New York: Penguin Press, 2015).
38. Siegel, D., and T. P. Bryson, *The Whole-Brain Child: 12 Revolutionary Strategies to Nurture Your Child's Developing Mind* (New York: Delacorte Press, 2011).
39. Robles, T. F., et al., "Emotions and Family Interactions in Childhood: Associations with Leukocyte Telomere Length Emotions, Family Interactions, and Telomere Length," *Psychoneuroendocrinology* 63 (January 2016): 343-50, doi:10.1016/j.psyneuen.2015.10.018.

結語 我們的細胞遺澤

1. Pickett, K. E., and R. G. Wilkinson, "Inequality: An Underacknowledged Source of Mental Illness and Distress," *British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science* 197, no.6 (December 2010): 426-28, doi:10.1192/bjp.bp.109.072066.

2. 出處同上；Wilkerson, R. G., and K. Pickett, *The Spirit Level: Why More Equal Societies Almost Always Do Better* (London: Allen Lane, 2009).
3. Stone, C., D. Trisi, A. Sherman, and B. Debot, "A Guide to Statistics on Historical Trends in Income Inequality," Center on Budget and Policy Priorities, updated October 26, 2015, <http://www.cbpp.org/research/poverty-and-inequality/a-guide-to-statistics-on-historical-trends-in-income-inequality>.
4. Pickett, K. E., and R. G. Wilkinson, "The Ethical and Policy Implications of Research on Income Inequality and Child Wellbeing," *Pediatrics* 135, Suppl. 2 (March 2015): S39-47, doi:10.1542/peds.2014-3549E.
5. Mayer, E. A., et al., "Gut Microbes and the Brain: Paradigm Shift in Neuroscience," *Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience* 34, no.46 (November 12, 2014): 15490-96, doi:10.1523/JNEUROSCI.3299-14.2014; Picard, M., R. P. Juster, and B. S. McEwen, "Mitochondrial Allostatic Load Puts the 'Gluc' Back in Glucocorticoids," *Nature Reviews Endocrinology* 10, no.5 (May 2014): 303-10, doi:10.1038/nrendo.2014.22; and Picard, M., et al., "Chronic Stress and Mitochondria Function in Humans," under review.
6. Varela, F. J., E. Thompson, and E. Rosch, *The Embodied Mind* (Cambridge, MA: MIT Press, 1991).
7. "Zuckerberg: One in Seven People on the Planet Used Facebook on Monday," *Guardian*, August 28, 2015, <http://www.theguardian.com/technology/2015/aug/27/facebook-1bn-users-day-mark-zuckerberg>, accessed October 26, 2015; and "Number of Monthly Active Facebook Users Worldwide as of 1st Quarter 2016 (in Millions)," Statista, <http://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/>.

我們要感謝許多研究人員和機構，允許本書使用他們的圖片和量表。

圖片來源：

- Blackburn, Elizabeth H., Elissa S. Epel, and Jue Lin. "Human Telomere Biology: A Contributory and Interactive Factor in Aging, Disease Risks, and Protection." *Science* (New York, N.Y.) 350, no.6265 (December 4, 2015): 1193-98. **Reprinted with permission from AAAS.**
- Epel, Elissa S., Elizabeth H. Blackburn, Jue Lin, Firdaus S. Dhabhar, Nancy E. Adler, Jason D. Morrow, and Richard M. Cawthon. "Accelerated Telomere Shortening in Response to Life Stress." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101,

- no.49 (December 7, 2004): 17312-15. **Permissions granted by the National Academy of Sciences, U.S.A. Copyright (2004) National Academy of Sciences, U.S.A.**
- Cribbet, M. R., M. Carlisle, R. M. Cawthon, B. N. Uchino, P. G. Williams, T. W. Smith, and K. C. Light. "Cellular Aging and Restorative Processes: Subjective Sleep Quality and Duration Moderate the Association between Age and Telomere Length in a Sample of Middle-Aged and Older Adults." *SLEEP* 37, no.1: 65-70. **Republished with permission of the American Academy of Sleep Medicine; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.**
 - Carroll J. E., S. Esquivel, A. Goldberg, T. E. Seeman, R. B. Effros, J. Dock, R. Olmstead, E. C. Breen, and M. R. Irwin. "Insomnia and Telomere Length in Older Adults." *SLEEP* 39, no 3 (2016): 559-64. **Republished with permission of the American Academy of Sleep Medicine; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.**
 - Farzaneh-Far R, J. Lin, E. S. Epel, W. S. Harris, E. H. Blackburn, and M. A. Whooley. "Association of Marine Omega-3 Fatty Acid Levels with Telomeric Aging in Patients with Coronary Heart Disease." *JAMA* 303, no 3 (2010): 250-57. **Permissions granted by the American Medical Association.**
 - Park, M., J. E. Verhoeven, P. Cuijpers, C. F. Reynolds III, and B. W. J. H. Penninx. "Where You Live May Make You Old: The Association between Perceived Poor Neighborhood Quality and Leukocyte Telomere Length." *PLoS ONE* 10, no.6 (2015), e0128460. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0128460>. **Permissions granted by Park et al. via the Creative Commons Attribution License. Copyright © 2015 Park et al.**
 - Brody, G. H., T. Yu, S. R. H. Beach, and R. A. Philibert. "Prevention Effects Ameliorate the Prospective Association between Nonsupportive Parenting and Diminished Telomere Length." *Prevention Science: The Official Journal of the Society for Prevention Research* 16, no.2 (February 2015): 171-80. **With permission of Springer.**
 - Pickett, Kate E., and Richard G. Wilkinson. "Inequality: An Underacknowledged Source of Mental Illness and Distress." *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science* 197, no.6 (December 2010): 426-28. **Permissions granted by the Royal College of Psychiatrists. Copyright, the Royal College of Psychiatrists.**

量表來源：

- Kiernan, M., D. E. Schoffman, K. Lee, S. D. Brown, J. M. Fair, M. G. Perri, and W. L. Haskell. "The Stanford Leisure-Time Activity Categorical Item (L-Cat): A Single Categorical Item Sensitive to Physical Activity Changes in Overweight/Obese Women." *International Journal of Obesity* 37 (2013): 1597-602. **Permissions granted by Nature Publishing Group**

**and Dr. Michaela Kiernan, Stanford University School of Medicine. Copyright 2013.
Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd.**

- The ENRICHD Investigators. "Enhancing Recovery in Coronary Heart Disease (ENRICHD): Baseline Characteristics." *The American Journal of Cardiology* 88, no.3, (August 1, 2001): 316-22. **Permissions granted by Elsevier science and technology journals and Dr. Pamela Mitchell, University of Washington. Permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. Republished with permission of Elsevier Science and Technology Journals.**
- Buysse, Daniel J., Charles F. Reynolds III, Timothy H. Monk, Susan R. Berman, and David J. Kupfer. "The Pittsburgh Sleep Quality Index: A New Instrument for Psychiatric Practice and Research." *Psychiatry Research* 28, no.2 (May 1989): 193-213. **Copyright © 1989 and 2010, University of Pittsburgh. All rights reserved. Permissions granted by Dr. Daniel Buysse and the University of Pittsburgh.**
- Scheier, M. F., and C. S. Carver. "Optimism, Coping, and Health: Assessment and Implications of Generalized Outcome Expectancies." *Health Psychology* 4, no.3 (1985): 219-47. **Permissions granted by Dr. Michael Scheier, Carnegie Mellon University, and the American Psychological Association.**
- Trapnell, P. D., J. D. Campbell. "Private Self-Consciousness and the Five-Factor Model of Personality: Distinguishing Rumination from Reflection." *Journal of Personality and Social Psychology* 76 (1999): 284-330. **Permissions granted by Dr. Paul Trapnell, University of Winnipeg, and the American Psychological Association.**
- John, O. P., E. M. Donahue, and R. L. Kentle. Conscientiousness: "The Big Five Inventory—Versions 4a and 54." Berkeley: University of California, Berkeley, Institute of Personality and Social Research, 1991. **Permissions granted by Dr. Oliver John, University of California, Berkeley.**
- Scheier, M. F., C. Wrosch, A. Baum, S. Cohen, L. M. Martire, K. A. Matthews, R. Schulz, and B. Zdaniuk. "The Life Engagement Test: Assessing Purpose in Life." *Journal of Behavioral Medicine* 29 (2006): 291-98. **With permission of Springer. Permissions granted by Springer Publishing and Dr. Michael Scheier, Carnegie Mellon University.**
- The Adverse Childhood Experiences Scale (ACES) was reprinted with permission from Dr. Vincent Felitti, MD, Co-PI, Adverse Childhood Experiences Study, University of California, San Diego.

Table of Contents

[各界讚譽](#)

[獻詞](#)

[寫作緣起](#)

[前言 啟動你的逆齡計畫吧！](#)

[第一部 端粒：青春洋溢的關鍵](#)

[第1章 細胞早衰，會讓你身心都衰老](#)

[第2章 長端粒的力量](#)

[第3章 端粒酶：使端粒復元的酵素](#)

[〈逆齡實驗室〉使用指南](#)

[第二部 細胞正在傾聽你的思維](#)

[〈自我評量〉](#)

[第4章使用指南壓力如何侵入細胞？](#)

[〈逆齡實驗室〉如何減少「自我威脅」的壓力](#)

[第5章負面思想、彈性思維，如何影響你的端粒？](#)

[〈逆齡實驗室〉自我同情，讓自己喘息一下](#)

[〈自我評量〉你的個性如何影響你的壓力反應？](#)

[第6章 讓憂鬱和焦慮不上身](#)

[〈逆齡實驗室〉三分鐘呼吸練習法](#)

[〈逆齡的重要訣竅〉減壓技巧有益於端粒健康](#)

[第三部 幫你的身體保護細胞](#)

[〈自我評量〉](#)

[一、你的心理健康狀況](#)

[二、你的生活型態](#)

[第7章 訓練你的端粒：運動量要多少才足夠？](#)

[〈逆齡實驗室〉選擇最適合自己的運動方式](#)

[第8章 良好睡眠，可讓疲憊的端粒回復活力](#)

[〈逆齡實驗室〉助你好眠的五個習慣](#)

[第9章 何者有益端粒：減重？還是健康的新陳代謝？](#)

[〈逆齡實驗室〉駕馭你對糖的渴望](#)

[第10章 怎麼吃，對端粒和細胞的健康最好？](#)

[〈逆齡實驗室〉對端粒有益的點心](#)

[〈逆齡的重要訣竅〉如何實現持久的改變？](#)

[〈身心甦活之日〉](#)

[第四部 外在世界如何形塑你的端粒](#)

[第11章 人際關係和社區環境對端粒的影響](#)

[〈逆齡實驗室〉盡可能遠離有毒物質](#)

[第12章 人之初：細胞老化始於子宮內](#)

[〈逆齡實驗室〉子宮也需要綠化](#)

[第13章 童年會影響一生：幼年生活如何形塑端粒？](#)

[〈逆齡實驗室〉與你的孩子同調，做孩子的榜樣](#)

[結語 我們的細胞遺澤](#)

[端粒宣言](#)

[誌謝](#)

[關於商業端粒檢測](#)

[參考資料](#)