

成人每日靜態行為時間上限之建議

古博文^{1,2} 陳上迪³ 鄭聖儒¹ 陳俐蓉^{4,5,*}

久坐已逐漸被視為公共衛生的重要課題，並建議所有成人均應設法減少每日靜態行為。本篇綜論在於檢視靜態行為與健康之相關議題，並討論發展每日靜態行為時間上限的可能性。透過回顧每日靜態時間的相關研究證實，本文針對以下與靜態時間及健康有關之議題進行評析與討論：(1)探討各國成年人每日從事靜態行為的現況；(2)彙整與分析世界衛生組織以及各國針對靜態時間所發布的指導原則；(3)透過系統性文獻探討與統合分析的研究證據，探究每日靜態行為時間上限的建議；(4)靜態行為的測量方法可能會調節靜態時間與死亡率間的關係。最後歸結本文的結論與提出未來建議。整體而論，花費過多時間在靜態行為會提高成年人的罹病率及死亡風險。自陳式問卷相較於儀器測量，較容易低估每日靜態時間。儘管近來已有統合分析建議成年人每日超過9小時靜態時間會增加死亡風險。但基於使用客觀測量靜態時間的研究有限，目前仍不足以訂立有關每日靜態時間的建議上限。未來仍需持續累積採用大型樣本且使用客觀儀器測量靜態時間的前瞻性世代以檢驗這些發現。(台灣衛誌 2019; 38(3): 228-235)

關鍵詞：久坐、加速規、客觀測量、切分點

前 言

伴隨科技創新與生活、工作方式的轉變，靜態 (sedentary) 或久坐 (prolonged sitting) 的生活型態在現代社會已是無處不在。何謂靜態行為 (sedentary behaviors)? 依據目前國際間的專家共識，認為是除睡覺以外，生活中其他「坐」(sitting) 或「躺臥」(reclining) 等清醒時間之行為，且其代謝當量 (metabolic equivalent, MET) 小於或等於 1.5[1]。這包含：看電視、用電腦網路、手機

與平板、閱讀書報雜誌、駕駛 (或騎乘) 運輸工具、用餐行為、工作、社交聊天等，涵蓋內容廣泛。部分學者或譯為「坐式行為」(sitting behaviors) 或「久坐行為」(prolonged sitting behaviors)。因與目前國際上的定義不完全一致，以下統稱「靜態行為」[2]。

多篇系統性文獻回顧 (systematic reviews) 與統合分析 (meta-analysis) 已指出：過多的靜態行為會提高死亡率、心腦血管疾病、糖尿病、代謝症候群、肥胖、膽結石、部分癌症等生理性疾病之罹病風險，甚至對憂鬱、焦慮與認知受損等心理疾患，亦有顯著負面影響[3-7]。一項根據54個國家的數據進行研究之統合分析 (meta-analysis) 顯示：成人的全死因死亡率 (all-cause mortality) 約有3.8%可歸因於靜態行為所致，且這效果是獨立於身體活動的影響之外[8]。無怪乎有學者呼籲：「久坐是一種新的吸菸行為」(Sitting is the new smoking)[9]，意謂它對健康的巨大危害可能與抽菸相距不遠。

¹ 國立彰化師範大學運動健康研究所

² 國立清華大學運動科學系

³ 賓州州立大學大學院校區遊憩公園與旅遊管理系

⁴ 國立臺灣體育運動大學運動健康科學系

⁵ 國立臺灣體育運動大學休閒運動系

* 通訊作者：陳俐蓉

地址：臺中市北區雙十路一段16號

E-mail: ljchen@gm.ntupes.edu.tw

投稿日期：2019年1月29日

接受日期：2019年6月6日

DOI:10.6288/TJPH.201906_38(3).108009



儘管靜態行為在國際間已被認為是當前公共衛生的新威脅，但相較於成人身體活動建議量在國際間已有明確指導原則（guidelines），對於成人每日靜態時間的建議上限，迄今仍未有共識以資遵循。因此，以下本文擬針對成人每日靜態時間分布、國際上的靜態行為指導原則、每日靜態行為時間上限的建議、靜態行為測量方式及切分點之探討等議題，進行討論並歸結建議，以供政府、學界及民眾參考。

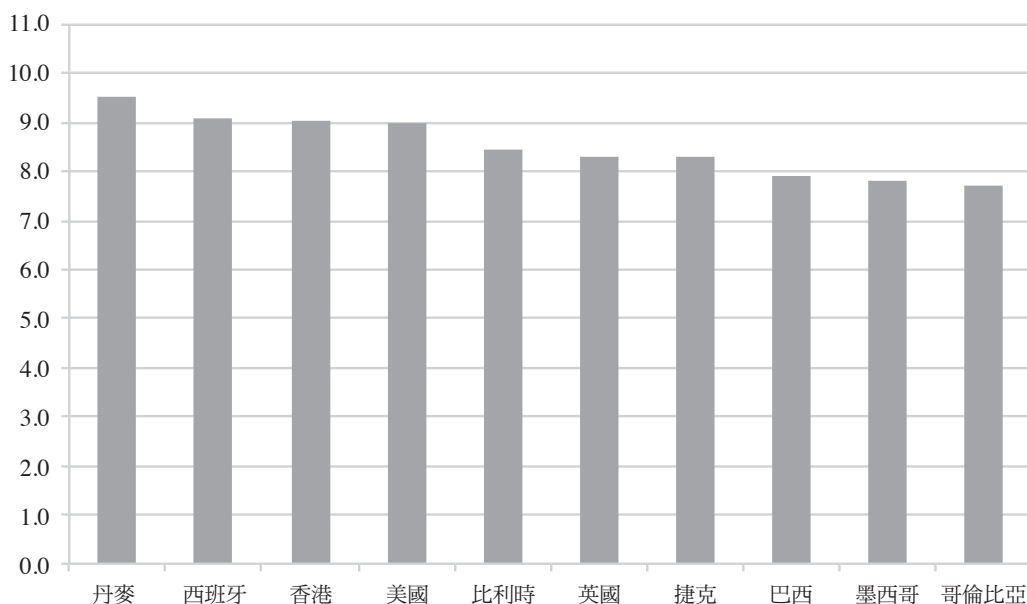
成人每日靜態行為的時間分布

成人每日花在靜態行為的時間相當高。一份涵蓋歐盟28國的跨國調查顯示：18歲以上成人每日靜態時間（中位數）為6小時。這項調查係使用「國際身體活動問卷」（International Physical Activity Questionnaire, IPAQ）中針對過去7日，平均每日花費多少時間在靜態行為的單一題項進行自陳式（self-reported）測量[10]。另一項跨越10國並統一使用穿戴式客觀儀器（加速規[accelerometer]）測量成人（參與者主要介於18-64歲）每日靜態時間的研究。該研

究請參與者配戴加速規腰間連續7日[11]，茲將測量結果彙製如下圖一。該研究指出：成人每日從事靜態行為約為8.65小時（ $SD = 1.8$ ）。由圖一可知：這項調查橫跨美洲、歐洲與亞洲國家，儘管各國間略有差異，但整體可看出靜態行為約占成人每日時間3分之1的比例。若扣除睡眠時間（約8小時），則可推估成人在每日清醒時間（約16小時），約有一半以上時間在從事靜態行為。值得注意的是這兩項調查的結果有些差異，自陳式調查的每日靜態時間低於儀器測量的數據。

國際上的靜態行為指導原則

為了解國際間針對成人靜態行為制定相關指導方針的現況，茲透過文獻檢索，將世界衛生組織（World Health Organization, WHO）西太平洋辦事處、美國、英國、加拿大、澳大利亞、日本、韓國、新加坡以及我國等9個國際組織或國家所發布之靜態行為指導原則進行彙整[12-20]，並將其要點摘述在表一。



圖一 以加速規測量國際上成人平均每日靜態時間（小時）的分布

表一 國際間有關成年人的靜態行為指導原則

國際組織或國家（發布時間）	政策文件	指導原則
WHO Western Pacific Region (2008)[12]	Pacific physical activity guidelines for adults	成年人應該減少靜態活動
Singapore Health Promotion Board (2011)[13]	National physical activity guidelines: professional guide	超過90分鐘的久坐，應透過5-10分鐘的中斷，進行站立、走動或其他身體活動
UK Department of Health (2011) [20]	Start active, stay active: a report on physical activity from the four home countries' Chief Medical Officers	各年齡群應設法減少久坐時間；減少螢幕式靜態行為（如：電視、電腦與遊戲）；增加工作時的靜態時間中斷。
Japan Ministry of Health Labor and Welfare (2013)[14]	Japanese official physical activity guidelines for health promotion	看電視時維持活動狀態；勿使身體處於活動不足；減少靜態時間。
South Korea Ministry of Health and Welfare (2013)[15]	The physical activity guide for Koreans	減少靜態時間；每日看電視應低於兩小時
Australia Department of Health (2014)[16]	Make your move – sit less: Be active for life (Australia's physical activity and sedentary behavior guideline).	儘可能減少久坐時間；儘可能中斷（breaking up）長時間的久坐。
衛生福利部國民健康署（2017）[17]	全民身體活動指引	減少久坐（久坐定義：坐姿連續6小時以上），同時增加身體活動。
US Department of Health and Human Service (2018)[18]	Physical activity guidelines for Americans (2nd ed.)	成年人應該少坐多動。少坐及多從事中高強度身體活動者可獲得健康的益處。
Health Canada (2018)[19]	A common vision for increasing physical activity and reducing sedentary living in Canada	應該從事更多身體活動以及減少靜態生活。

綜觀各國所發布之靜態行為指導原則雖不盡一致，但可歸納以下重點：(1)減少靜態時間；(2)中斷長時間久坐，並在中斷時從事身體活動；(3)增加身體活動，尤其是中高強度活動。較為特別的是新加坡提出的超過90分鐘的久坐，應透過5-10分鐘的中斷，進行站立、走動或其他身體活動[13]，以及我國所提之建議將每日久坐時間上限為6小時[17]。這些明確的量化指引在其他國家之政策文件中並不多見。為進一步了解現階段之研究證據是否足以訂出每日靜態行為時間上限的具體建議，本文透過蒐整相關文獻（尤其是系統性文獻回顧或統合分析），進行此項主題的探討。

每日靜態行為時間建議上限

截至目前僅有5篇統合分析探討每日總靜態時間與健康變項之劑量反應關係[3,5,6,21,22]。這些研究均指出靜態時間與死亡風險間的劑量反應關係為非線性（non-linear）關係，並提出每日靜態時間的可能切分點（cut-off point）（如表二）。

Chau等是第1篇使用統合迴歸（meta-regression）探討每日總靜態時間與全死因死亡率劑量反應關係之研究。該研究收錄6篇前瞻性世代研究（prospective cohort study），其中僅有1篇使用客觀儀器測量靜態時間[21]。

Ekelund等收錄13篇研究，全都採用主觀問卷測量。值得注意的是，本篇依身體活

表二 每日靜態時間上限與死亡率之前瞻性世代研究：統合分析之文獻彙整

作者（年代）	靜態時間測量與收錄數量	每日時間建議上限
Chau等（2013）[21]	自陳式問卷：5篇 加速規測量：1篇	>7小時：增加全死因死亡率
Ekelund等（2016）[5]	自陳式問卷：13篇	>5小時：增加全死因死亡率
Patterson等（2018）[3]	全死因死亡率 自陳式問卷：10篇 加速規測量：3篇 心血管疾病死亡率 自陳式問卷：5篇 加速規測量：1篇	>8小時：增加全死因死亡率 ^a >6小時：增加心血管疾病死亡率 ^a
Ku等（2018）[6] ^b	全體研究：19篇 自陳式問卷：12篇 加速規測量：7篇	>7.5小時（全體研究）：增加全死因死亡率 >7小時（問卷研究）：增加全死因死亡率 >9小時（加速規研究）：增加全死因死亡率
Ku等（2019）[22] ^c	加速規測量：11篇	>9小時（加速規研究）：增加全死因死亡率

^a 本篇使用限制性立方樣條法（restricted cubic spline），分別找出8小時與6小時為全死因死亡率與心血管疾病等劑量反應關係的轉折點。

^b 本篇研究探討的族群為18-64歲成人。

^c 本篇研究探討的族群為65歲以上成人。

動量將研究樣本分層為4組。最低為從事中強度身體活動每日5分鐘，最高為每日60-75分鐘。統合分析發現：對於身體活動最高組（每日中強度身體活動超過1小時），即便每日久坐8小時以上，都未顯著增加死亡率。但對於每日中強度身體活動不到1小時者，累積久坐5小時以上，即開始增加死亡風險。因此，中強度身體活動可能具有調節（moderate）靜態時間與死亡風險關係的潛在效果[5]。

Patterson等收錄之世代研究主要也是透過問卷測量。統合迴歸發現：靜態時間不僅與全死因死亡率有劑量反應關係，與心血管疾病死亡率亦同樣有顯著關係。二者不同的是，對於全死因死亡率與心血管疾病死亡率的切分點分別為每日久坐8小時與6小時[3]。

Ku等針對18-64歲成人族群共計收錄了19篇前瞻性世代研究，其中12篇以主觀問卷測量靜態時間，7篇則使用客觀儀器測量。本研究發現靜態時間與死亡風險的劑量反應關為對數線性（log-linear）關係且靜態時間的測量方法可能會調節靜態時間與死亡風險

間的關係。統合迴歸使用全體研究樣本分析得到的切分點為7.5小時/天。在進行測量方法分層分析後發現：使用問卷測量之研究，其每日靜態時間的切分點為7小時/天。至於使用加速規測量之研究，切分點則為9小時/天[6]。其後，Ku等針對65歲以上成年人蒐整了11篇客觀測量靜態時間的前瞻性世代研究，並以統合迴歸分析得到類似的發現：即成年人每日超過9小時會增加全死因死亡率[22]。

依據上述統合迴歸研究的證據顯示：以問卷測量的研究，其每日靜態時間的切分點落在5-8小時間[3,5,6,21]。至於以加速規客觀測量之研究則顯示為9小時[6,22]。其間的差異可能來自於測量方式不同所造成，這對於後續研訂每日靜態行為時間的建議上限應有其重要啟示。

靜態行為測量方式及切分點之探討

成人每日從事久坐的靜態時間相當高（平均為8.65小時），研究已顯示長時間處於靜態行為會顯著提高死亡率、心腦血管疾病與代謝症候群、部分癌症，以及增加心理

疾患等之罹病風險，因此，靜態行為的研究值得被公共衛生領域關注。然而，目前國際間對於靜態行為研究的投入雖已逐步升溫，但除台灣以外，迄今均未訂出明確的每日靜態時間建議上限。研究證據指出：靜態時間與死亡風險間為非線性關係。研究測量靜態時間的方法以及身體活動量等，均可能調節靜態時間與死亡風險間的關係。

我國提出：坐姿連續6小時以上會提高健康風險。然而，前述文獻分析已發現自陳式問卷測量與客觀儀器測量的靜態時間有相當差異，且採用問卷測量有低估靜態時間的情形。問卷調查成本雖然較低、易於施測，但較易受到回憶偏誤（recall bias）影響。尤其這些以問卷測量靜態行為之研究主要都是以單題方式的簡易內容進行詢問，例如：請回答平均每日久坐的時間（小時）。此測量方式較不易讓受試者將生活中主要從事的活動（如：看電視、用電腦網路、手機與平板、閱讀書報雜誌、駕駛或騎乘運輸工具、用餐行為、工作、社交聊天等）在填答時完整納入考量，進而導致測量上的誤差，產生靜態時間低估的情形[6]。相對而言，儀器測量的設備與人力成本都較高且數據分析技術較為複雜。因此目前文獻中多數均係透過問卷進行靜態時間測量，採用客觀儀器（例如：加速規）的研究則相當有限。若以這些證據進行靜態時間建議上限之分析，恐難以避免低估的偏誤。因此，本文呼應「Is the time right for quantitative public health guidelines on sitting?」一文的觀點[4]，目前對於訂定每日靜態時間建議上限的時機或許仍未臻成熟，亟需更多良好的研究證據投入，尤其是具大型代表性樣本且採用客觀穿戴式儀器進行測量的長期世代研究。

訂定每日靜態時間建議上限的困難不僅在於既有的文獻不論在研究設計、測量方式、資料分析等方面，異質性頗高，不易直接進行比較。而且，目前研究證據主要在探討靜態時間與死亡率（全死因或心血管疾病）間的關係，但靜態時間與其他健康或疾病間的關係仍缺乏研究證據。例如：Patterson等[3]發現：增加全死因死亡率的切

分點（8小時）與心血管疾病死亡率的切分點（6小時）有顯著不同。因此，靜態行為與其他重大慢性病如：心臟病、糖尿病、代謝症候群與肥胖等罹病風險間之關係是否有所差異，仍有賴更多研究投入。

靜態行為盛行，久坐時間過長，是現代人的主要生活型態，也將是公共衛生的重要課題。目前因應策略主要有以下三種：(1)發展有效介入策略，減少成人每日久坐時間；(2)提升中強度身體活動的機會；(3)增加靜態期間中斷（breaks in sedentary time），也就是每久坐一段時間，便需要站起來動一動[23,24]。不過，這方面的研究證據仍待累積，目前以短期（多數為8小時以內）的實驗介入為主，且介入方案頗為異質。例如：連續久坐時間從每20分鐘至11小時等，每次中斷時間介於2-30分鐘不等。整體而言，久坐時間中斷可能有助於改善心血管代謝指標的健康（尤其是飯後血糖與肥胖等指標）。但因不同研究間過於異質，目前仍不足以明確訂立每日久坐時間合理的中斷次數及每次中斷時間[18,24]。儘管身體活動量可調節靜態行為與死亡率間的關係。每日從事中強度身體活動1小時，約可抵減每日久坐8小時所提高的死亡率風險[5]。但每日從事1小時中強度身體活動對於多數成年人可能都是不易達成的目標，尤其在目前的身體活動建議量僅為每日30分鐘中強度活動已有許多人未能達到的現況。因此，建議成人平日多動少坐，以及增加靜態時間中斷。在明確的久坐中斷建議提出前，每久坐50分鐘，站起來動一動，從事5-10分鐘的輕度活動（走動、伸展），如同在校上課的課間休息，不失為可行的推動策略。

結論與建議

靜態行為已是現代生活的一部分。研究證據顯示：過多的靜態時間會提高成人在許多重大疾病的罹病與死亡風險，這已逐漸成為公共衛生的新興議題。訂定每日靜態時間上限雖有其必要性，但良好的研究證據目前仍相當缺乏，以致國際間迄今未能達成共

識，訂立明確的量化準則以供一般民眾遵循。儘管近來已有統合分析建議成年人應減少靜態行為，每日不超過9小時可降低死亡率，惟未來仍需持續累積採用大型且具人口代表性之樣本並使用客觀儀器測量靜態時間的前瞻性世代以檢驗這些發現的正確性。

在國際專家訂立明確建議之前，宜鼓勵成年人多動少坐，以及增加靜態時間中斷，例如：每久坐50分鐘，站起來動一動，從事5-10分鐘的輕度活動，這些應是政府相關主管機關可研議推動的策略。

致 謝

本研究感謝科技部專題研究計畫的支持
(MOST 107-2410-H-018-020)。

參考文獻

1. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2017;**14**:75. doi:10.1186/s12966-017-0525-8.
2. 古博文、孫文榮、陳俐蓉：老年人靜態行為問卷之發展。大專體育學刊 2016；**18**：41-55。doi:10.5297/ser.1801.004。
Ku PW, Sun WJ, Chen LJ. Development of the sedentary behavior questionnaire for the elderly. *Sports Exerc Res* 2016;**18**:41-55. doi:10.5297/ser.1801.004. [In Chinese: English abstract]
3. Patterson R, McNamara E, Tainio M, et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 2018;**33**:811-29. doi:10.1007/s10654-018-0380-1.
4. Stamatakis E, Ekelund U, Ding D, Hamer M, Bauman AE, Lee IM. Is the time right for quantitative public health guidelines on sitting? A narrative review of sedentary behaviour research paradigms and findings. *Br J Sports Med* 2019;**53**:377-82. doi:10.1136/bjsports-2018-099131.
5. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet* 2016;**388**:1302-10. doi:10.1016/S0140-6736(16)30370-1.
6. Ku PW, Steptoe A, Liao Y, Hsueh MC, Chen LJ. A cut-off of daily sedentary time and all-cause mortality in adults: a meta-regression analysis involving more than 1 million participants. *BMC Med* 2018;**16**:74. doi:10.1186/s12916-018-1062-2.
7. 古博文、陳俐蓉、許志宏：老年靜態行為與認知老化之文獻回顧。體育學報 2016；**49**：1-16。doi:10.3966/1024729720160649S001。
Ku PW, Chen LJ, Xu ZH. A review of late-life sedentary behaviors and cognitive aging. *Phys Educ J* 2016;**49**:1-16. doi:10.3966/1024729720160649S001. [In Chinese: English abstract]
8. Rezende LFM, Sá TH, Mielke GI, Viscondi JYK, Rey-López JP, Garcia LMT. All-cause mortality attributable to sitting time: analysis of 54 countries worldwide. *Am J Prev Med* 2016;**51**:253-63. doi:10.1016/j.amepre.2016.01.022.
9. Levine JA. The chairman's curse: lethal sitting. *Mayo Clin Proc* 2014;**89**:1030-2. doi:10.1016/j.mayocp.2014.07.001.
10. Løyen A, van der Ploeg HP, Bauman A, Brug J, Lakerveld J. European sitting championship: prevalence and correlates of self-reported sitting time in the 28 European Union member states. *PLoS One* 2016;**11**:e0149320. doi:10.1371/journal.pone.0149320.
11. Van Dyck D, Cerin E, De Bourdeaudhuij I, et al. International study of objectively-measured physical activity and sedentary time with body mass index and obesity: IPEN adult study. *Int J Obes* 2015;**39**:199-207. doi:10.1038/ijo.2014.115.
12. WHO Western Pacific Region. Pacific Physical Activity Guidelines for Adults. Manila, Philippines: WHO Western Pacific Region, 2008.
13. Singapore Health Promotion Board. National Physical Activity Guidelines: Professional Guide. Singapore: Health Promotion Board, 2011.
14. Japan Ministry of Health Labor and Welfare. Japanese Official Physical Activity Guidelines for Health Promotion. Tokyo, Japan: Ministry of Health Labor and Welfare, 2013.
15. South Korea Ministry of Health and Welfare. The Physical activity guide for Koreans. Seoul, South Korea: Ministry of Health and Welfare, 2013.
16. Australia Department of Health. Make Your Move - Sit Less: Be Active for Life. Canberra, Australia: Department of Health, 2014.
17. 衛生福利部國民健康署：全民身體活動指引。台北：衛生福利部國民健康署，2017。

- Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). Taiwan Physical Activity Guidelines. Taipei, Taiwan: Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan), 2017. [In Chinese]
18. US Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans. 2nd ed., Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2018.
 19. Health Canada. A Common Vision for Increasing Physical Activity and Reducing Sedentary Living in Canada. Ottawa, CA: Health Canada, 2018.
 20. UK Department of Health. Start Active, Stay Active: A Report on Physical Activity from the Four Home Countries' Chief Medical Officers. London, UK: Department of Health, 2011.
 21. Chau JY, Grunseit AC, Chey T, et al. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One* 2013;**8**:e80000. doi:10.1371/journal.pone.0080000.
 22. Ku PW, Steptoe A, Liao Y, Hsueh MC, Chen LJ. A threshold of objectively-assessed daily sedentary time for all-cause mortality in older adults: a meta-regression of prospective cohort studies. *J Clin Med* 2019;**8**:E564. doi:10.3390/jcm8040564.
 23. Cooper AR, Biddle S, Chastin S, et al. UK Physical Activity Guidelines: Draft Review and Recommendations for Sedentary Behaviour. Bristol, UK: University of Bristol, 2018.
 24. Chastin SF, Egerton T, Leask C, Stamatakis E. Meta-analysis of the relationship between breaks in sedentary behavior and cardiometabolic health. *Obesity* 2015;**23**:1800-10. doi:10.1002/oby.21180.

Recommended limit for time spent in daily sedentary behaviors among adults

PO-WEN KU^{1,2}, SHANG-TI CHEN³, RUTHERFORD RU¹, LI-JUNG CHEN^{4,5,*}

Prolonged sitting is increasingly being considered a severe concern in public health recommendations, which suggests that all adults should reduce the amount of daily sedentary time. This review examines several crucial aspects of sedentary behaviors and health and discusses the possibilities of developing public health guidelines on daily sedentary time. The following issues were observed and analyzed to review the evidence regarding sedentary time and health: First, the profile of the daily sedentary time of adults across different countries was described. Second, the physical activity guidelines provided by the World Health Organization or government authorities of various countries were reviewed. Third, evidence was obtained on systematic reviews and meta-analyses to explore the recommended limit of daily sedentary time; spending a higher amount of time on sedentary activities than the recommended threshold may damage adult health. Fourth, measurement methods of sedentary behaviors may moderate the associations between sedentary time and mortality across studies. Finally, conclusions and suggestions for future research were proposed. In summary, an increased sedentary time is associated with high morbidity and mortality risks in adults. Self-reported questionnaires typically underestimate the total sedentary time compared with that obtained using device-based measures. Recent meta-analyses revealed that sedentary time of >9 h/day may increase the all-cause mortality risk. However, based on few studies conducted with objectively-assessed sedentary time, the current evidence is insufficient to form guidelines. More large-scale and long-term prospective studies with objective measures of sedentary time are required to validate these findings. (*Taiwan J Public Health*. 2019;38(3):228-235)

Key Words: *prolonged sitting, accelerometer, objective measure, cut-off point*

¹ Graduate Institute of Sports and Health, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan, R.O.C.

² Department of Sports Science, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

³ Department of Recreation, Park, and Tourism Management, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.

⁴ Department of Exercise Health Science, National Taiwan University of Sport, No. 16, Sec. 1, Shuang-Shih Rd., North Dist., Taichung, Taiwan, R.O.C.

⁵ Department of Recreational Sport, National Taiwan University of Sport, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: ljchen@gm.ntupes.edu.tw

Received: Jan 29, 2019 Accepted: Jun 6, 2019

DOI:10.6288/TJPH.201906_38(3).108009