

---

# 睡眠你知多少事(7)：睡眠與學習

吳京一 童麗珠\*

國立臺灣師範大學 生命科學系

## 壹、前言

擁有大腦的所有動物都有睡眠現象。睡眠是動物的本性，人類亦然。在人類，與其他體內各器官比較，大腦是最重要，是最好的學習器官，與各種行為又有直接的影響關係。學習要用腦，而良好的睡眠品質及適當的睡眠時間是要保持腦功用所必需的條件。若睡眠時間短，大腦維持腦功用時間短，在覺醒時，學習所蓄積在海馬核(hippocampus)上的學習成分（短期記憶）不易變成長期記憶。有些人要長時間的學習、用功，犧牲了身體所要求的休息時間，熬夜唸書，剝奪正常睡眠時間，這情況到底有無效果？在本文中將會討論。

動物睡眠時間之長短，亦與生物體概日節律(circadian rhythm)有密切關係，動物就寢時間之不規則，會影響到日夜之節律，直接作用於睡眠效果。

現代人生活於很複雜的社會環境，有些人睡眠時間短就足夠應付每天的工作，也有需要較長睡眠時間的人。不過，一般而言，年輕人需要較長時間的睡眠，而較短的睡眠對年老人的各種行為包括學習行為上是有所影響的。因此要得到很好的學

習效果，一般認為其先決條件，是要有良好的睡眠品質和睡眠時間。如果白晝頻頻打呵欠、想睡，這表示睡眠時數不足。睡不好會引起集中力、思考力、記憶力、判斷力等腦機能降低。因此，雖然勉強唸書、做事，但效果明顯地降低。睡眠品質，指的是睡眠的深度及效率，如果整晚的睡眠均處於品質不佳狀況，即使一天睡了 10 小時以上也是徒勞無功。

## 貳、睡眠

亞理士多德(Aristotle)曾說：「睡眠是所有動物身上會發生的週期性現象。」動物在白天，連續不斷地身心活動，因此會發生週期性疲勞，而睡眠是要回復週期性疲勞的一種現象。自古以來，睡眠被認為似與「死」有關，中國、日本稱「死亡」為「永眠」，認為睡眠是人在暈厥或假死(syncope)之狀態。

在希臘的神話裡，認為睡眠是起因於睡神(Hypnos)的來臨。死神(Thanatos) (圖 1) 是他的親密孿生兄弟，可見睡眠與死亡是多麼相似。除死神以外，夜神(nyx)、好夢使者(Oneiros)、惡夢使者(Epialtes)、命運神(moira)等都是睡神的兄弟姊妹。

---

\*為本文通訊作者



圖 1、睡神及孿生兄弟死神

圖片源自：John William

Waterhouse (Apr. 6. 1849 ~ Feb. 10. 1917)；1874 年睡神及死神圖，展示於英國王立美術院

### 一、睡眠狀態及生理變化

睡眠一般分為兩大類。見到入睡者的眼球快速地左右上下運動，這種睡眠稱為快速眼球運動睡眠期(Rapid Eye Movement Sleep, REM 睡眠，又稱為正常睡眠 orthodox sleep, OS)；在睡眠後期眼球不再運動，但人還在深睡中，稱為 Non-Rapid Eye Movement Sleep (NREM Sleep)，又稱為異常睡眠 Paradoxical sleep (PS)。睡眠者處於 REM 睡眠與 NREM 睡眠時，身體生理狀態有相當大的差別，而這兩種睡眠會以大約 90 分鐘間隔交替出現。

研究睡眠學者常用多用途記錄儀 (polygraph) 為研究工具。實驗時，安置各種型式之電極於受試者之測定部位。例如：表面電極置於頭部適當部位之皮膚上，來記錄其腦電圖 (electroencephalogram,

EEG)；或置於適當的皮膚上，來記錄各種生理狀態。例如：眼瞼上或眼肌中(僅用於動物)記錄眼球運動狀態 (Electrooculogram, EOG, 眼電圖)，或記錄肌電圖、呼吸運動、心電圖、皮膚電阻抗(圖 2)；以深部針電極置於大腦內部，來紀錄各腦神經核之活動。最近研究者更進一步使用 PET (Positron Emission Tomogram, 正子電腦斷層造影技術)，在沒有侵入損傷腦內組織下，記錄覺醒(清醒)或睡眠時的腦血流狀態等。

依據睡眠時之腦波圖及眼電圖觀察的結果，NREM 睡眠大致可分為四段不同的深度，而依序與 REM 睡眠交替出現(圖 3-1)。

NREM 睡眠約佔睡眠時間的 75%，分四期。第一期淺睡期：由清醒逐漸昏沈(5%)。第二期：睡眠漸深，出現特殊腦波如睡眠紡錘波(spindle)及 K 叢(K complex)等(45%) (圖 3-2)。第三期：熟睡期，睡眠較深，有時候腦波出現相當緩慢的波型(12%)。第四期：睡眠更深的熟睡期，大部分是緩慢腦波(13%)。REM 睡眠約佔所有睡眠時間的 25% (Brown, Basheer, McKenna, Strecker & McCarley, 2012)。

NREM 的睡眠分為四段不同的深度。由淺而深，由深度 1 循序進入深度 4，90 分鐘後再回到深度 1 並出現 REM；繼而從 NREM 睡眠的淺而深，再深而淺回到 REM。這樣在一次睡眠期間約有 4~6 週期。

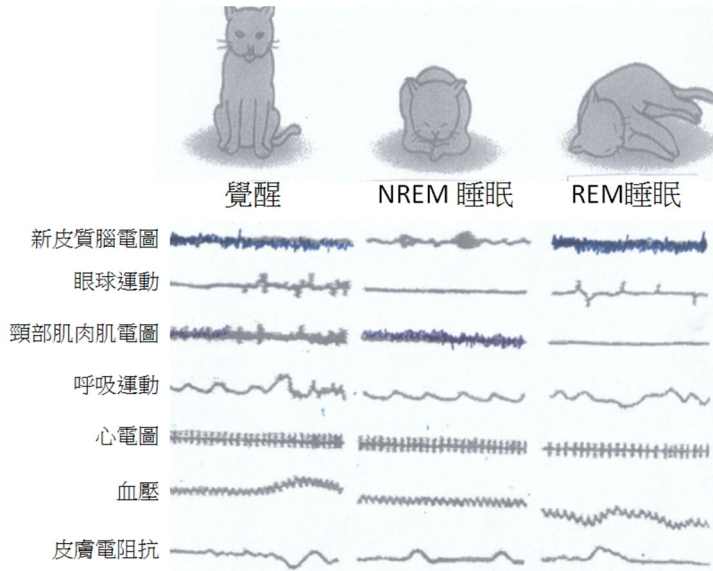


圖 2、貓在覺醒、NREM 睡眠、REM 睡眠時的體表及體內各生理狀態的多項同時記錄為合成圖：源自時實(1988)的多項紀錄圖與源自 google 的三隻貓圖。

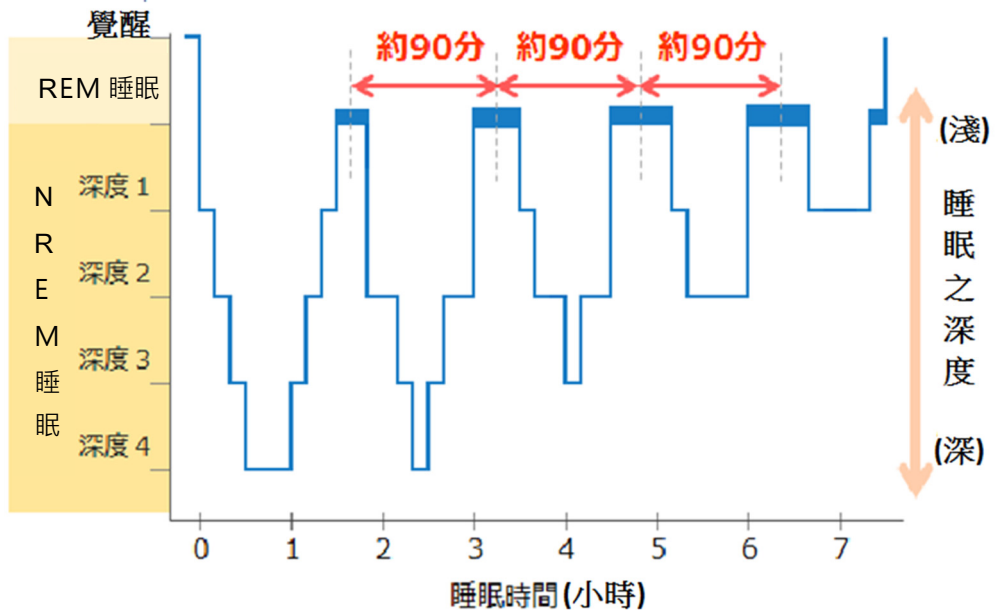


圖 3-1、睡眠時 NREM 與 REM 交替出現

NREM 的睡眠分為四段不同的深度。由淺而深，由深度 1 循序進入深度 4，90 分鐘後再回到深度 1 並出現 REM；繼而從 NREM 睡眠的淺而深，再深而淺回到 REM。這樣在一次睡眠期間約有 4~6 週期。

(源自：<http://www.berry-counseling.com/1806>)

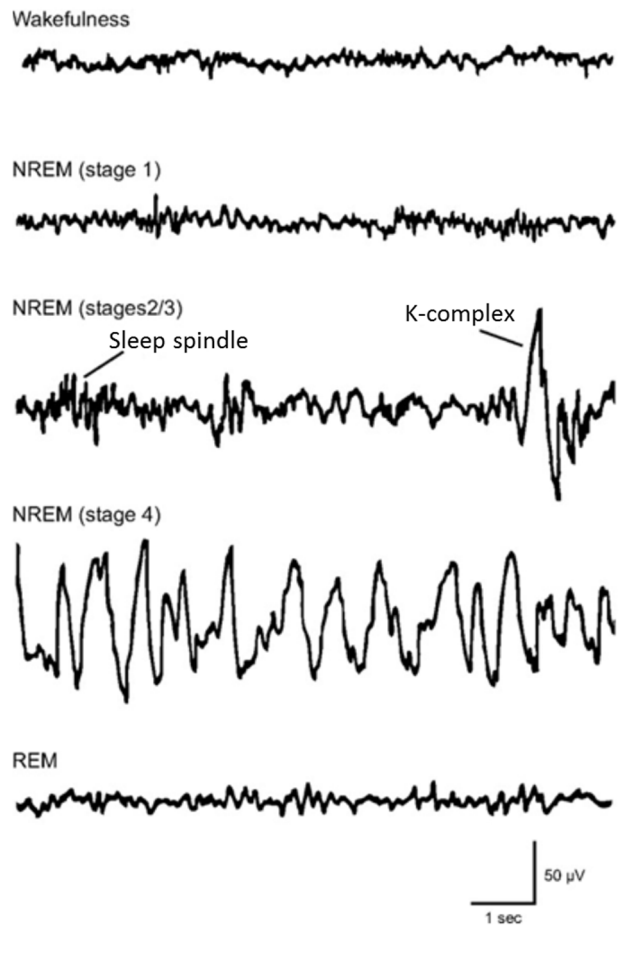


圖 3-2、人體在清醒、不同 NREM 睡眠及 REM 睡眠時的腦波圖  
(源自：Brown *et al.*, 2012)

NREM 睡眠的生理變化：感覺器官的敏銳度降低、肌肉鬆弛、運動減少。在這睡眠時期中有心跳和呼吸頻率皆減慢；血壓降低；消化道分泌減少；口腔、鼻腔、眼睛的分泌明顯減少；尿量減少；內分泌有變化(腎上腺素分泌降低和生長激素分泌增加)；神經細胞的蛋白質合成顯著增加；基礎代謝率下降。這些生理現象被認

為是大腦在休息狀態。

REM 睡眠時期：入睡後約九十分鐘，腦波會回到第一期的波型，伴隨眼球快速運動，此時腦波圖與淺睡期或清醒期類似。『作夢』通常發生在此時期，臉及頸部肌肉張力消失，但身體動作較大、陰莖勃起、呼吸、心跳皆較快，且變化劇烈。正常的睡眠週期由『NREM 睡眠』的第一期循序

進入第四期，睡眠由淺而深，再由深而淺。睡至 REM 之後，又進入 NREM，如此週而復始。睡眠的前半，以『NREM 睡眠』第三、四期的熟睡期比例較多，熟睡期不易被吵醒。睡眠的後半，『REM 睡眠』的時間會延長一些（圖 3-1）。

## 二、睡眠時間

睡眠時間不足，對身體免疫力或自然治癒力有不良的影響，也使生長激素分泌減少。Kripke, Langer, Elliott, Klauber 和 Rex (2011)研究報告每日睡足 7 小時的人死亡率低。Taheri, Lin, Austin, Young 和 Mignot (2004)以 1024 位有睡眠障礙(sleep disorders)患者為對象，發現睡眠時間短的人，血中之抑制食慾作用的激素體瘦素(Leptin)分泌量變少；而增進食慾的激素類生長激素(Gherlin)有增多的趨勢。因此睡眠時間縮短，引發食慾旺盛，使體重增加。有些人一定要睡八小時，才覺得能消除前一天的疲勞。但有人需要九小時才夠。不過有人不必要睡那麼多小時。到底人需要睡多少小時？每個人是不同的。

在 2006 年經濟合作暨發展組織(The Organization for Economic Cooperation and Development, OECD, 由全球 34 個市場經濟國家所組成的政府間國際組織)發表各國民眾一日平均睡眠時間：日本 7 小時 50 分鐘、瑞典 8 小時 6 分鐘、美國 8 小時 38 分鐘、德國 8 小時 12 分鐘、英國 8 小時

23 分鐘、加拿大 8 小時 29 分鐘等等。2013 年蔡登博和陳小琳(2013)觀察台灣人平均每日睡眠時間為 7 小時 23 分鐘(S.D.  $\pm$  76 分鐘)，與澳洲、印尼、日本、泰國、越南相近(Nielsen, 2004)。

美國國家睡眠基金會(National Sleep Foundation, NSF)分析「我們所需要的睡眠是多少小時？」問題，引起甚多人的興趣。因此睡眠學專家們希望再確認人們最新需要的睡眠時間，而組織了一委員會。這委員會由睡眠學專家 6 人，再加上美國小兒科學會、美國老年醫學會、美國精神醫學會等 12 所學會選出 12 人，共 18 人，詳細檢討 2004~2014 年間有權威性雜誌上表過的健康人睡眠時間之文獻，共同慎重檢討 3122 件(Hirshkowitz, Kaitlyn, Albert, Alessi, Bruni, DonCarlos, Herman, Katz, Kheirandish-Gozal, Neubauer, O' Donnell, Ohayon, Peever, Rawding, Sachdeva, Setters, Vitiello, Ware & Adams Hillard, 2015)。據此，這群持有專業知識的研究人士，按各層年齡推薦了最適當的睡眠時間(表一)。這是至今全世界唯一的正式報告。這睡眠基金會科學諮詢委員長 Hirshkowitz 認為，重新複查過去所發表過的論文，不算是科學的行為，但這是一個開始。過去作了很多睡眠時間的研究，將來還需要作類似的修正工作，這對醫療專家、病患在建議適當的睡眠時間，只有好處。

表一、各年齡層之建議睡眠時間

各種年齡層	建議睡眠時間*(小時)
新生兒(0-3 個月)	14-17
嬰兒(4-11 個月)	12-15
初學走路的孩童(1-2 歲)	11-14
學齡前兒童(3-5 歲)	10-13
學生(6-13 歲)	10-11
十代年青人(14-17 歲)	8.5-9.5
年輕人(18-25 歲)	7-9
一般成人(26-64 歲)	7-9
老人(65 歲以上)	7-8

\* 因有個別差異，睡眠時間增減 1-2 小時，都還算正常範圍。但勿超出太多時間。資料源自 Hirshkowitz *et al.*, 2015。

### 三、斷眠與無睡眠

動物，包括人類，需不需要睡眠？早在 1980 年代就有人用動物作所謂斷眠實驗(sleep deprivation)。美國芝加哥大學 Rechtschaffen 等人使用白鼠為材料，並發表多篇報告 (Rechtschaffen, Bergmann, Everson, Kushida, & Gilliland, 1989; Everson, Bergmann & Rechtschaffen, 1989)。他們發現在斷眠第一週左右，斷眠鼠的行為、生理、形態等並無顯著的變化。但第二週以後，開始有脫毛、潰瘍、體溫下降、不太活動、體重減輕等現象。他們認為實驗動物很難維持體溫、體重等的原因是在斷眠後其腦內下視丘無法維持正常的生理作用所致。斷眠實驗一個月左右後，牠們全死亡。

至於人類之斷眠實驗是在 1964 年，由

美國 San Diego 的 17 歲高中學生 Randy Gardner 所做的。他想以不眠實驗完成他就讀學校之寒假研究題目。為了實驗的嚴謹，由 Stanford 大學的睡眠研究學者 Willam Dement 教授作檢證人(圖 4)。斷眠實驗讓 Gardner 獲得了 264 小時(11 日 25 分鐘)的不睡眠時間之金氏世界記錄 (Guinness World Record) (網址 1)。Dement 教授觀察及記載 Gardner 在開始不眠 2 天後，出現了眼睛聚焦不對，視力及立體感降低；第 5 天不能控制自己情緒，並表現焦慮或憂鬱等。之外，他的思考力、記憶力、精神集中力等有很明顯地降低，也出現過幻想、幻覺等；第 9 天不能說出有系統的話，指尖震顫，沒有表情，左右眼球各自運動。Gardner 經過 11 天的不眠記錄之後，幸好沒有特別的後遺症，回復了正常生活。金



氏世界記錄以 Gardner 之記錄作為最後的不眠紀錄，因為這不眠記錄很明顯對人體有危害的影響。因此宣告不再作這方面的世界記錄。

在 Gardner 做不眠記錄後，也有英國人 Tony Wright，在 2007 年 5 月企圖打破 Gardner 之不眠記錄，作了 266 小時不眠記錄，但金氏世界記錄已不再記載 Tony Wright 之不眠記錄(網址 2)。



圖 4、San Diego 高中學生 Randy Gardner (圖右)與 Stanford 大學睡眠研究者 William Dement 教授(圖左)。  
源自：Randy Gardner Dement Sleep deprivation (google)



圖 5-1、Al Herpin (1861~Jan.3.1947)  
(google)

另外，報章雜誌有二則有人長久沒有睡眠報導。一位是住在美國 New Jersey 州 Trenton 市的 Al Herpin (1862-1947；圖 5-1)。在紐約時報(The New York Times)上至少有 2 次(1904-2-29, 1947-1-4)報導了他 10 年沒有睡覺之事蹟(圖 5-2)(網址 3)；另一位是越南廣南省的 Thai Ngoc，新聞報導他 40 年沒有睡覺(圖 5-3)(網址 4)。

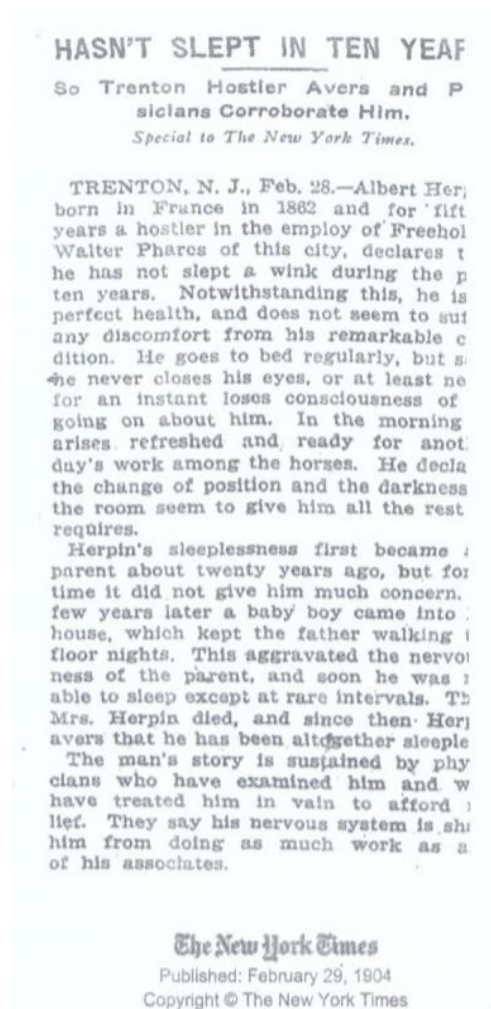


圖 5-2、紐約時報(The New York Times)曾在 1904-2-29 報導 Herpin 十年沒睡覺。源自：[https://en.wikipedia.org/wiki/Al\\_Herpin](https://en.wikipedia.org/wiki/Al_Herpin)



圖 5-3、The Story of Ngoc Thai (google)

#### 四、影響睡眠時間長短的因素

影響睡眠時間長短的因素，大致可分為外在及內在二大因素。外在因素有睡眠環境：如環境之動態、靜態、雜音、氣溫、空氣品質、住所之地球緯度高低等。內在因素：如年齡、情緒、疾病，失眠、睡眠時無呼吸症候群、生物時鐘(biological clock)，或個人食物、藥物(如藥品、咖啡)等。以上各類影響因素中，所有生物的概日節律(circadian rhythm)直接受生物時鐘的影響。生物時鐘是一種擬人化的稱呼，把固定週期性的變化與時鐘上的時間作連結，科學中常以概日節律來描述每日間週期性的變化。Circa 意即指大約，是拉丁語；dies 指一日，即指大約 24 小時，故 circadian rhythm 即 circa(大約)+ dies (一日) = 約一日(故稱概日節律，其他如 circatidal rhythm: circa + tidal(潮汐)=約半天(約 12.4 小時)。概月節律 circalunar rhythm(約 1 個月)、概年節律 circannual rhythm 等，有短時間的或長時間的週期。生物時鐘對動物(含人類)影響睡眠週期或生活行為(如吃飯時間)等，還對腦波、荷爾蒙分泌、

細胞之再生、體溫、血壓等生理現象皆有影響，更會調整我們的注意力、思考等(網址 5)。

### 參、生物時鐘與睡眠

#### 一、生物時鐘之意義

通常我們不會感受到生物時鐘的存在，但它對睡眠週期或行為確實有莫大的影響。此外，夜行性或晝行性動物之行為亦由生物時鐘所控制。生物有了它，個體能力可以充分的發揮，如：在昆蟲異種間因生物時鐘所誘發的活動時間有差異，如此可以增加同種昆蟲間相逢之機會，增加找到同類昆蟲以利交配繁殖(富岡憲治，2013)。

以植物來說，有些植物在白天展開葉片，到夜間葉片自然閉合，如同動物的睡眠。這種現象，遠在 1729 年生物學家 Jean Jacques d'Ortois de Mairan (1678-1771)(圖 6-1)就發現含羞草葉片的睡眠運動，即使含羞草在黑暗中栽培，亦以 24 小時左右之節律作睡眠運動(圖 6-2)。



圖 6-1、Jean Jacques d'Ortois de Mairan (1678-1771)。源自 Google



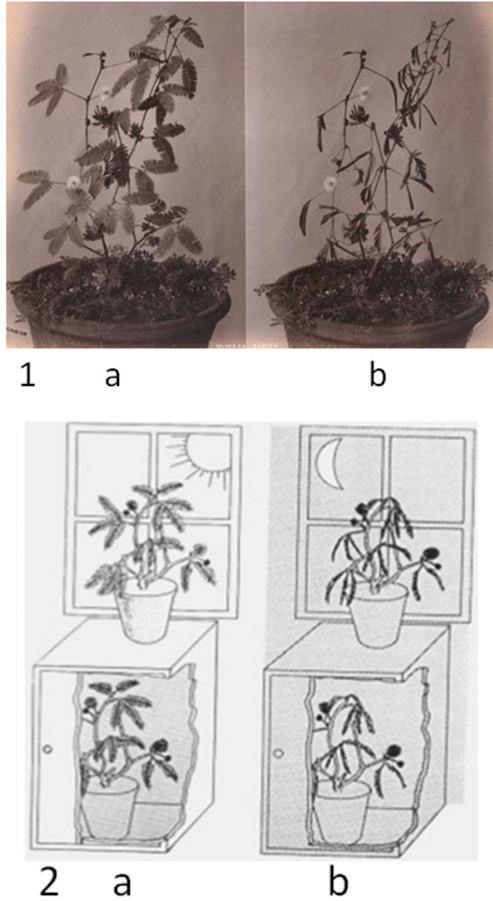


圖 6-2、含羞草葉片的晝夜節律

1a、2a 白晝時，含羞草不管在照光處或黑暗箱內，其葉子展開。

1b、2b 夜間時，含羞草不管在照光處或黑暗箱內，其葉子閉合。

源自：Jean Jacques d' Ortois de Mairan 1729 (google)

## 二、生物時鐘控制睡眠

在哺乳類，松果腺(pineal gland)被認為是影響生物時鐘最主要的腺體。松果腺位於大腦左右半球之間視丘上方，分泌褪黑激素(melatonin)啟動睡眠，因此又被稱

為睡眠荷爾蒙。褪黑激素分泌量與年齡有關。在小孩時分泌量最高；60 歲以上者分泌量少(圖 7)，因而影響各年齡層的睡眠時間。人類松果腺與眼睛之間有神經相連，眼球接受光照或黑暗之訊息，由視神經傳入下視丘的視叉上核(Supra Chiasmatic Nuclei, SCN)，再傳入脊髓交感神經鏈的上頸神經節(Superior Cervical Ganglion, SCG)，經節後神經纖維(postganglionic fiber)到達松果腺(圖 8)。松果腺在夜晚分泌褪黑激素，作用於生物時鐘，誘起身心處於睡眠狀態。因此，人雖在前一天已經睡夠，但因隔天夜間還有褪黑激素的分泌，來誘發當天的睡眠。

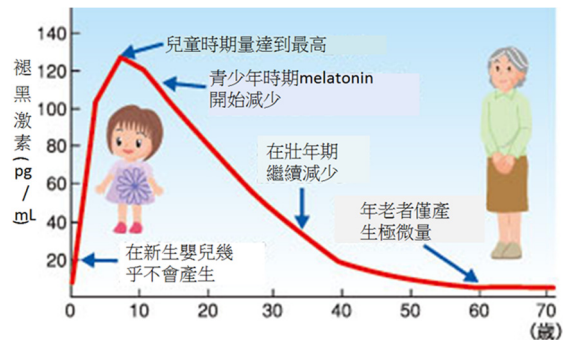


圖 7、褪黑激素分泌量與年齡之關係

兒童時期分泌量最高；青少年時期開始減少；在壯年期繼續減少；年老者僅產生極微量。而在新生嬰兒幾乎不會產生。圖片源自：

[www.tainaidokei.jp/mechanism/3\\_3.html](http://www.tainaidokei.jp/mechanism/3_3.html) google (改寫)

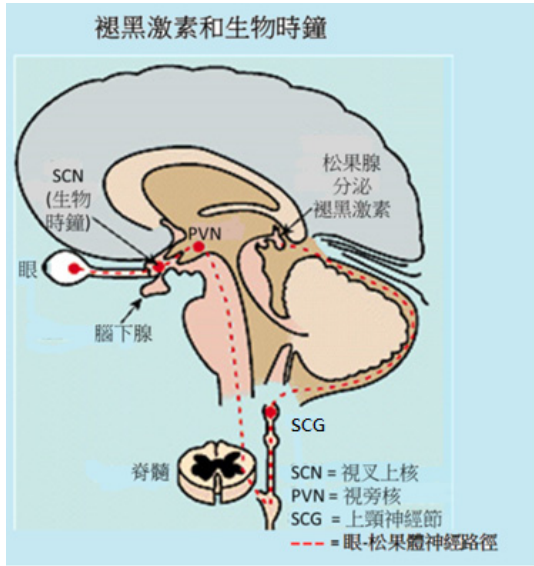


圖 8、褪黑激素之分泌機制圖

修自 <http://enviro.mond.org/9617/961712.html> (google)

在果蠅之生理時鐘，除腦細胞外，翅膀、腳等很多地方也有生理時鐘。惟其基本的作用機制在果蠅、白鼠，甚至人體都是一樣的(Young, 2000)。

1938 年美國芝加哥大學 Nathaniel Kleitman 與助理 Bruce Richardson 為了探討人體在沒有日照影響下的生物時鐘。他們不帶任何有計算日、時之用品，下到地底 120 呎深的美國肯塔基州的猛瑪洞窟 (mammoth cave) 內住了一個月(圖 9)，只以電話與地面上聯絡。一個月後，Richardson 的一日之生物時鐘不是 24 小時之週期，而轉變為一天 28 小時的周期 (Kleitman, 1963)。在 2001 年，Sack 對 7 名全盲者做的研究發現，他們的一天平均是 24.5 小時 (Sack & Lewy, 2001)。



圖 9、在肯塔基州的猛瑪洞窟內之 Keitman (圖左)及其研究生 Richardson (圖右在床上)，住一個月(1938 年 6 月 4 日至 7 月 6 日)。源自 Google

## 肆、生物時鐘與時差反應(Jet lag)

近年來，世界各國多重視無煙囪的觀光事業，並極力宣傳、拓展國際旅遊。因此頻繁來往於國外的人士愈來愈多。這些人們在出差，或在長距離飛行飛機上之客艙服務人員等，最容易產生時差反應。

英國 Bristol 大學 Cho，以不同航空公司之客艙服務人員為對象，研究時差對大腦活動的影響。他把客艙服務人員（女性 22-28 歲，需已有 5 年工作經驗者為限）分為二群。第一群長距離飛行後，時差回復時間為 5 日以內；第二群長距離飛行後，時差回復時間為 14 日(分別屬於不同航空公司)。這兩組服務人員皆接受空間記憶課題測驗 (spatial memory task)，例如：被問到有關服務人員所住地區或工作場所之地理關係等問題。結果發現 5 日以內時差回復之第一群，成績不如有 14 日回復之第二群。同時第一群之唾液含可體松(cortisol，一種壓力荷爾蒙 stress hormone)的量，亦比第二群明顯增多(Cho, 2001)。

由以上研究結果，可推知時差反應會擾亂調整身體狀態的可體松及分泌褪黑激素之生物時鐘，而這些時差反應或生物時鐘可能會影響腦功能或學習行為。

如何避免時差所引起之不良反應？有人直接吃褪黑激素之補充劑。如上述，褪黑激素是松果腺所分泌，是一種天然荷爾蒙，褪黑激素分泌量多少是由接受光量多寡而定的。因此當時差反應擾亂睡眠習慣時，服用一些褪黑激素，可改變你的作息時間，重新設定你的生物時鐘，使你很快就適合當地的生活時間。市面上雖然也有些與褪黑激素類似藥品，但效果不是很清楚。另一種方法是盡量調節接受新地方(目的地)的時間，調節褪黑激素的分泌量，儘早順應當地的生理時鐘。

最近，英國 Edinburgh 大學 Feeney 等發現鎂(Magnesium)具有調節生理時鐘的效果。他們探討鎂對人體細胞、藻類和菌類的影響，結果發現鎂在晝夜循環中，有助於調節及幫助維持 24 小時的規律作息。當體內鎂不足時，會引發焦慮感，難以入睡以及失眠。此外，鎂濃度的變動，也與

細胞內的熱量代謝有深的關聯。鎂在生物機能上擔任著重要的控管角色。想要補充鎂，可從香蕉、堅果、菠菜、昆布、海苔、芝麻、葡萄乾以及深色蔬菜當中攝取(張維庭，2016；Feeney, Hansen, Putker, Olivares-Yanez, Day, Eades, Larrondo, Hoyle, Neill & van Ooijen, 2016)。

### 生理時鐘與諾貝爾獎得主

2017 年諾貝爾醫學獎(生理學)的得獎者為美國 Brandeis 大學榮譽教授 Jeffrey C. Hall 及同校之 Michael Rosbash 教授、Rockefeller 大學副校長 Michael W. Young 教授等三位(圖 10)。受獎理由是「控制身體時鐘之分子機制的發現」。包括人類、動物、植物等多數生物體內之生理現象，都有週期性的體內時鐘，對睡眠形式、時差反應，或開花時間等的影響甚大。

得獎人等用果蠅做為研究對象，發現生理時鐘有關的遺傳基因。它在夜間使某特定蛋白質量增加，但白天被分解而減少。過程有週期性變化，而以增減變化來控制生物之行為(James, 2017)。



圖 10、2017 年三位諾貝爾醫學獎得主。自左而右依序是 Dr. Rosbash, Dr. Young 和 Dr. Hall。

圖片源自 google。

## 伍、睡眠與學習

### 一、睡眠與學習記憶

睡眠與學習記憶之關係如何？這不僅受睡眠研究者所關注，一般民眾也有濃厚的興趣。1924年，Jenkins 及 Dellenbach 提出的研究報告引起人們注意到這問題。他們以兩位大學生為受試者，要他們熟記 10 個英文字母組合而「無文字意義的音節 (nonsense syllables)」，學到後，馬上睡覺。再分別於睡過 1、2、4、8 小時，叫醒並檢測還記得的「無文字意義的音節」數(每次檢查後，他們又去睡，直到下次檢測時，再喚醒受測)。如此，紀錄記憶數之變化。接著，改在白天接受同樣之實驗，但是，學習音節之後「不可睡覺」。結果受試者記憶音節後可以睡覺的檢測結果為：睡 2 小時後約記得 50%之音節；睡 4 或 8 小時後仍可記憶剩下 50%之音節；之後沒有多大的變化。但如學後不睡的話，8 小時後之檢測，就會忘記 90%左右之音節。為何有這樣之差異？Jenkins 等的解釋為：受試者沒有睡覺時，會接收外來的許多刺激，這些刺激干擾他們的記憶，因此，記憶音節數急速減少；而學習後馬上睡，就不會受外來刺激干擾記憶，較不易忘卻音節 (網址 6；Jenkins & Dellenbach, 1924)。此實驗證明，學習後的睡眠可以保持記憶。可惜，他們不再做進一步的研究。近年來，更有事實證明睡眠不但可以保持較佳的記憶，還可以強化、強固記憶(Ngo, Martinetz, Born & Mölle, 2013)。

有關 Jenkins 及 Dallenbach 之研究發

表後，被誤認為在睡眠中聽到想要記憶的事就可以記住它。這種睡眠學習法引起很多民眾的興趣。在 1960-1970 年代，日本市面上出現所謂「睡眠學習機」，就是在枕頭裡放錄音機(先在錄音帶裡反覆錄音你所希望記憶的事，例如：英文單字等)，而在睡眠中反覆聽錄音帶的播放就可以記憶！！但有些研究人員認為這種睡眠學習法之所以有效，是學習者在就寢前反覆錄音的過程中學習到，而不是就寢後聽錄音帶播放學到的。有了這樣的懷疑，「睡眠學習機」在短時間內就從市面上消失了。

據 Karni 等的報告，認為，睡眠不但可以保持前晚成績外，還可以提升其成績。這意想不到的睡眠之好功能，使學術界及一般社會人士之極大的重視 (Karni, Tanne, Rubenstein, Askenasy & Sagi, 1994)。再加之，Stickgold 及其研究群發表一連串的使人興奮的研究報告 (Stickgold, 1998, 2005; Stickgold, James & Hobson, 2000; Stickgold & Walker, 2005)，更喚起其他睡眠研究者及學習行為研究者之注意。

最近在 Science 期刊中，有值得注意的報告。de Vivo, Bellesi, Marshall, Bushong, Ellisman, Tononi 和 Cirelli(2017) 使用連續掃描三次元電子顯微鏡法 (Serial scanning 3-D electron microscopy) 檢查有充分睡足及睡不足的白鼠腦之運動區及感覺區的 6920 個突觸切片，發現睡足白鼠之突觸間的空隙，平均縮小了 18%(換言之，兩神經元之間更接近，更有利於訊息的傳遞)。我們都知道突觸部位之反覆活性化

(晚上睡覺時突觸空間縮小，早晨起床又回復原狀)，這種反覆刺激，會使突觸部位發達。這種突觸部位之發達現象，對學習與記憶有很重要的意義(Cerelli & Tononi, 2017)。

## 二、睡眠時間、睡眠品質與學習

有許多研究，證實了睡眠時間與學習及記憶三者之間有密切的關係，Curcio, Ferrara 和 De Gennaro (2006)等人指出睡眠時數不足及睡眠品質不佳會直接影響學生的日常生活，如白天愛睡、學習能力及學業表現不好，甚至誘發學生行為改變。Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof 和 Bögels (2010)報告教導兒童、青少年父母、學校教師重視睡眠對學生學業表現的重要性，並讓他們能在充分且高品質的睡眠中獲得最好的學習效益。

對於睡眠時間充分與否，直接影響小學、中學、高中或大學等學生之學業成績，以下面國內外的實例來說明。

日本廣島縣教育委員會，調查小學五年級學生睡眠時間與其國語及算術考試及格通過率(%)的關係。表二顯示睡眠時間為 8-9 小時的學生，國語及算術的考試及格率最理想；超過 10 小時或未滿 8 小時睡眠時間的學生，及格率較差。尤其是睡眠時間未滿 5 小時者及格率更不理想(宮崎 綏一郎，2009)。

林采靖、張惟翔、簡崧震和馬幼明

(2016)以中興高中 101 位高中生為對象，探討睡眠時間(小時)、睡眠品質(睡眠中斷次數)與學業成績的關係(表三)。表三的第 1 項睡眠中無醒來且睡滿 6 小時以上的學生，其在學業成績在班級前 20 名者人數占 71.9%、而睡眠中醒來 1 次以上且睡眠時數未滿 6 小時者，在班級前 20 名者占 31.8%。可知「睡眠時間」與「睡眠品質」兩項對學業成績有顯著影響。但「睡眠時間」與「睡眠品質」兩項，何者對學業成績影響較大？由表三的第 1 項與第 3 項資料，無論睡眠時間是否達 6 小時，只要睡眠無中斷(睡眠品質較高)，學生的學業成績在前 20 名者人數均在 70%以上；而由表三的第 2 項與第 4 項統計資料來看，睡眠中醒來 1 次以上，睡足 6 小時以上與未滿 6 小時的學生，學業成績名次在班級前 20 名者人數則分別為 37.8%與 31.8%。比較之下，只要是學生每次睡眠中醒來 1 次以上，學業成績排比例大幅下滑。據此，可以推知「睡眠品質」是影響學業成績的關鍵因素(林采靖等，2016)。

在高中，除一般高中生外，資優班學生受睡眠影響又如何？陳佳琳、鄒孟淨、蘇辰和鐘依婷(2016)以台灣中興高中、旭光高中、文華高中之資優班學生為例，探討睡眠時間長短與學科(國、英、數)成績之關係(表四)。由表四顯示：睡滿 6 小時之中興高中及旭光高中資優班學生，其國、英、數之成績及其及格率各為 88%及

表二、五年級小學生睡眠時間與國語、算數考試之及格率(%)的關係

科目 \ 睡眠時間	未滿 5 小時	5 小時以上未滿 6 小時	6 小時以上未滿 7 小時	7 小時以上未滿 8 小時	8 小時以上未滿 9 小時	9 小時以上未滿 10 小時	10 小時以上
國語	51.9	61.8	66.1	69.9	70.8	70.3	64.7
算數	53.9	65.8	69.8	73.9	74.1	73.7	67.7

資料源自：日本廣島縣教育委員會平成 15 年度(2003)基礎基本狀況調查報告(宮崎，2009)

表三、「睡眠時間」與「睡眠品質」與高中生學業成績統計表

項次	睡眠時間	睡眠品質	學業成績	人數	比例
1	達 6 小時以上	睡眠無中斷	班級前 10 名	8	25%
			班級 11-20 名	15	46.9%
			班級 21-30 名	7	21.9%
			班級 31 名以後	2	6.2%
2	達 6 小時以上	睡眠中醒來 1 次以上	班級前 10 名	4	17.4%
			班級 11-20 名	7	30.4%
			班級 21-30 名	7	30.4%
			班級 31 名以後	5	21.7%
3	未滿 6 小時	睡眠無中斷	班級前 10 名	12	50.0%
			班級 11-20 名	8	33.3%
			班級 21-30 名	1	4.2%
			班級 31 名以後	3	12.5%
4	未滿 6 小時	睡眠中醒來 1 次以上	班級前 10 名	2	9.1%
			班級 11-20 名	5	22.7%
			班級 21-30 名	8	36.4%
			班級 31 名以後	7	31.8%

資料源自：高中生睡眠與學業成績的關係(林采靖等，2016)。



83%。睡眠未滿 6 小時之學生及格率，中興高中裡還有 75%、旭光高中有 79%，至於文華高中數資班睡滿 6 小時學生，其成績達 94%，語資班有 84%。睡眠未滿 6 小時，其數資班學生成績及格率還可達到 96%，而語資班也可達 86%。由上述三所學校之睡滿 6 小時或以上之學生與未滿 6 小時之學生間，成績表現並沒有明顯差異。然而此探討樣本僅是三所高中的高一、高二資優班學生。不包括一般高中普通生。因此此分析結果，僅述及該三個學校的資優學生身上(陳家琳等，2016)。

Phillips, Clerx, O'Brien, Sano, Picard, Lockley, Klerman 和 Czeisler (2017)以 61 位哈佛大學 18-24 歲(一年級學生除外)學生為對象，進行 30 天之追蹤調查，研究學生就寢時間與學業成績的關係。研究中要學生自己記錄每天的就寢時間，再用 Phillips 等人開發的 SRI (Sleep regularity index, 睡眠規則度指數)來分析睡眠形式。SRI 分為 0~100。愈近 0 即表示學生就寢時間愈不規則，靠近 100 即表示愈有規律。依據 SRI 分數把學生分為就寢規律及不規律兩組。結果發現規律度每提高 10 分，學業平均成績增加 0.1 分。另外，概日週期(circadian phase) 及光暴露(light exposure) 是藉測定唾液中褪黑激素量(DLMO, Dim Light Melatonin Onset)及學生隨身所帶的測定器以五分鐘為單位來評價(assess)。結果發現不規則的睡眠會引起褪黑激素之分

泌時間延遲，這延遲會擾亂概日週期。褪黑激素分泌時間比睡眠規律的人平均晚了近 3 小時，會使他們的身體覺得好像活在另一個時區。如：學校在上午八點鐘上課時，對就寢不規則的學生而言，身在八點鐘的教室內，但心、精神都還處在五點鐘之時區，腦筋還沒完全清醒過來。Phillips 等人(2017)用概日週期與光反應性之數學模式，證明了就寢之不規則群與規則群之差，可能是光暴露時間不同所引起。學業成績與 SRI 有正相關，又與概日節律之遲延有關。

如何可以改善睡眠規律性？先是決定合理的上床和起床時間；其次是周末也維持同樣的作息，不要睡太久。研究人員說，提升睡眠規律性不必早睡，只需睡眠模式固定即可：每天凌晨 2 時入睡，早上 9 時起床也行，但需要每天保持這樣的生活習慣(Phillips *et al.*, 2017)。

探討睡眠，除了睡眠時間長短以外，也要考慮睡眠之品質；就寢、起床等時間之規律，也很重要。如果生理時鐘雜亂，對身體生理會產生不良影響，損害健康。如容易患感冒，不知不覺之中增加體重，甚至會誘發糖尿病等。本文也可解釋睡眠品質對學生學業有直接的影響。

以生理時鐘觀點來探討學生學業成績為本報告之特色，學生要有好的學業成績，除要注意睡眠時間長短外，身體曝光時間之長短、褪黑激素分泌時間之早晚亦需要注意的。

表四、我國三所高中一、二年級資優班學生之睡眠時間與其學業成績之關係

學校 睡眠時間	睡滿 6 小時之 國、英、數成績(%)			睡未滿 6 小時之 國、英、數成績(%)		
	81 分以上	60-80 分	60 以下	81 分以上	60-80 分	60 分以下
成績						
中興高中	48	40	12	50	25	25
旭光高中	26	57	17	20	59	21
文華高中						
數資班	47	47	6	47	49	4
語資班	49	35	16	38	48	14

原表改寫自：陳佳琳等（2016）：睡眠時間與學業成績關係之研究—以中興高中、旭光高中、文華高中資優班為例。

## 陸、結論：

我們一生約有三分之一的時間在睡眠，可見其重要性。動物如果沒有睡覺，雖然在短期內對身體似乎沒有產生壞的影響，但時間一長，會對生理、心理產生不良的影響。再持續長期不睡覺，在科學家的實驗結果都會死亡。睡眠時間多寡與學生學業成就高低有關，睡眠讓大腦增強記憶，同時也排除腦內廢物，以維持腦組織正常的生理功能。

## 參考文獻

林采靖、張惟翔、簡菘震、馬幼明(2016)：高中生睡眠與學業成績的關係。  
www.shs.edu.tw/works/essay/2016/03/2016032519294271.pdf  
陳佳琳、鄒孟淨、蘇辰、鐘依婷(2016)：睡眠時間與學業成績關係之研究-以中興高中、旭光高中、文華高中資優班為例。(http://www.shs.edu.tw/works/essay/2016/04/201604011

0304849.pdf)

張維庭(2016)：**早安健康**。2016年10月23日  
<https://www.everydayhealth.com.tw/article/13393>

蔡登傅、陳小琳(2013)：台灣人睡眠滋事之調查與分析。**國立雲林科技大學。科技學刊**。(22卷)人文社會類(2), 111-119。

宮崎總一郎(2009)：睡眠時間長短與各學科考試之及格率(%)：日本廣島縣教育委員會 2003 年基礎、基本狀況調查報告書。

時實利彥(1988) **腦**。東京大學，東京。

富岡憲治(2013)：**Newton Press**。別冊。2013.5.15.

網址 1：Randy Gardner (record holder): Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Randy\\_Gardner](https://en.wikipedia.org/wiki/Randy_Gardner)) record holder

網址 2：Tony Wright (Sleep deprivation): Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Tony\\_Wright\\_\(Sleep\\_deprivation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tony_Wright_(Sleep_deprivation)))

網址 3：Al Herpin, Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Al\\_Herpin](https://en.wikipedia.org/wiki/Al_Herpin))

網址 4：Thai Ngoc; no sleep: Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Thai\\_Ngoc](https://en.wikipedia.org/wiki/Thai_Ngoc))

網址 5 : <https://zh.wikipedia.org/wiki/circa>

網址 6 : [kioku-navi.seesaa.net/article/301344374.html](http://kioku-navi.seesaa.net/article/301344374.html)(日)

Brown, R. E., Basheer, R., McKenna, J. T., Strecker, R. E. & McCarley, R. W. (2012). Control of sleep and wakefulness. *Physiological Review*, 92 (3), 1087-1187. doi: 10.1152/physrev.00032.2011.

Cho, K. (2001). Chronic 'jet lag' produces temporal lobe atrophy and spatial cognitive deficits (brief communication). *Nature Neuroscience*, 4, 567-568.

Cirelli, C. & Tononi, G. (2017). *Sleep research high-resolution images show how the brain resets during sleep*. *Neuroscience*, Feb. 2. 2017. Univ. of Wisconsin-Madison.

Curcio, G., Ferrara, M. & De Gennaro, L. (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Medicine Review*, 10(5), 323-337.

de Vivo L., Bellesi, M., Marshall, W., Bushong, E. A., Ellisman, M. H., Tononi, G. & Cirelli, C. (2017). Ultrastructural evidence for synaptic scaling across the wake/sleep cycle. *Science*, Feb 3; 355(6324), 507-510. doi: 10.1126/science.aah5982.

Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A. & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Review*, 14(3), 179-189.

Everson, C.A., Bergmann, B. M. & Rechtschaffen, A. (1989). Sleep deprivation in the rat III. Total sleep deprivation. *Sleep*, 1989 Feb. 12(1), 13-21.

Feeney, K. A., Hansen, L. L., Putker, M., Olivares-Yanez, C., Day, J., Eades, L. J., Larrondo, L. F., Hoyle, N. P., O'Neill, L. S. & van Ooijen, G. (2016). Daily magnesium fluxes regulate cellular timekeeping and energy balance. *Nature*, 532, 375-379.

Hirshkowitz, M., Kaitlyn, W., Albert, S. M.,

Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., O'Donnell, A. E., Ohayon, M., Peever, J., Rawding, R., Sachdeva, R. C., Setters, B., Vitiello, M. V., Ware, J. C. & Adams Hillard, P. J. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*, 1, 40-43.

James, G. (2017). *Body clock scientist win Nobel Prize: Health & Science reporter*, BBC News Website. Oct.2, 2017.

Jenkins, J. G. & Dallenbach, K. M. (1924). Obliviscence during sleep and waking. *American Journal of Psychology*, 35, 605-612.

Karni, A., Tanne, D., Rubenstein, B. S., Askenasy, J. J. & Sagi, D. (1994). Dependence on REM sleep of overnight improvement of a perceptual skill. *Science*, 265 (5172), 679-682.

Kleitman, N. (1963). *Sleep & Wakefulness*. *The University of Chicago Press*. PP552.

Kripke, D. F., Langer, R. D., Elliott, J. A., Klauber, M. R. & Rex, K. M. (2011). Mortality related to actigraphic long and short Sleep. *Sleep Medicine*, 12(1), 28-33.

Ngo, H. V., Martinetz, T., Born, J. & Mölle, M. (2013). Auditory closed-loop stimulation of the sleep slow oscillation enhances memory. *Neuron*, 78(3), 545-553. doi: 10.1016/j.neuron.2013.03.006.

Nielsen, A. C. (2004). Consumer confidence and opinion survey - consumers in Asia Pacific- Our sleeping patterns. 2nd half Report of A C Nielsen Co.

Phillips, A. J. K., Clerx, W. M., O'Brien, C. S., Sano, A., Barger, L. K., Picard, R. W., Lockley, S. W., Klerman, E. B. & Czeisler, C. A. (2017). Irregular sleep/wake patterns are associated with poorer academic performance and delayed circadian and sleep/wake timing. *Scientific*

- Reports*, 7, Article No.3216.  
doi: 10.1038/s41598-017-03171-4
- Rechtschaffen, A., Bergmann, B.M., Everson, C. A., Kushida, C. A. & Gilliland, M. A. (1989). Sleep deprivation in the rat: X. Integration and discussion of the findings. *Sleep*, 12(1), 68-87.
- Sack, R. L. & Lewy, A. J. (2001). Circadian rhythm sleep disorders lessons from the blind. *Sleep Medicine Reviews*, 5(3), 189-206.
- Stickgold, R. (1998). Sleep; off-line memory reprocessing. *Trends Cognitive Science*, 2: 484-492.
- Stickgold, R. (2005). Sleep-dependent memory consolidation. *Nature*, 437, 1272-1278.
- Stickgold, R., James, L. T. & Hobson, J. A. (2000). Visual discrimination learning requires sleep after training. *Nature Neuroscience*, 3, 1237 – 1238. (Brief Communication).
- Stickgold, R. & Walker, M. P. (2005). Memory consolidation and reconsolidation: what is the role of sleep? *Trends Neuroscience*, 28, 408-415.
- Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T. & Mignot, E. (2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLOS Med.* (<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0010062>)
- Young, M. W. (2000). The Tick-Tock of the biological clock. *Scientific American*, 282(3): 64-71.