

# 睡眠你知多少事? (一)

吳京一 童麗珠

國立臺灣師範大學 生命科學系

## 一、前言

我們每日經歷約 8 小時的睡眠與 16 小時的覺醒期，在這睡眠與覺醒交互出現中，消耗掉屬於每個人寶貴的少年期、中壯年期、老年期的時間，然後死而後已。人在覺醒時的姿態依年齡、性別、職業、地位等之社會條件，氣象、地理等的自然環境及個人對這些條件之對應態度等之不同而有千差萬別。但人人一旦入睡之後，我們所表現的姿態是只有一種「睡態」。

覺醒與睡眠之不同點在『意識』之有無。覺醒”有意識”時個人與外界之接觸情況將依周圍之自然環境、社會環境之不同而每個人的表現皆不同，其行為亦有多種反應；而睡眠即是”無意識”狀態。因此觀察有無意識狀態，在研究睡眠生理學上極為重要。那麼何謂”意識”？對這問題，雖然至今經過許多討論與解釋，但還沒有讓人肯定且滿意的定義。若以最膚淺的觀念來說明，所謂「有意識之狀態」者，即指吾人身體對內外刺激能夠引起如能思考、判斷、記憶等精神機能之反應的狀態。意識狀況若在高水準，即表示人在覺醒或興奮狀態，反之，指睡眠或昏迷狀態。受試者給與刺激觀察引起反應之大小，可以測知

其睡眠之深淺。在 1950 年前後，相關研究較著重於探索刺激及反應之間的關係。換句話說，著重睡眠深度的研究，深度愈深，對刺激的反應愈小；反之，反應愈大。其他諸如：睡眠中的生理機能、各種睡眠現象、睡眠時間、失眠症、斷眠對人體生理機能之影響等亦是研究之範疇。綜合這些研究成果，對睡眠之起因於是有為數不少的解釋，但有些解釋不久就被推翻，有些則收集了更多的實驗證據，以致能夠發展成爲學說，並且繼續研究至今。尤其近二十年來，腦神經生理學者或生物化學學者，利用最新儀器，釋明睡眠本質，成果已有長足的進步。在漫長的睡眠研究過程中，學者們發現睡眠並不是很單純的生理現象，它是集合了許多不同本質之機制的。

「睡眠」大家一天中起碼有一次的機會碰到它，而它給我們的機會是最平等的。不管男女老幼、不分富賤，一律給予機會。本篇綜說將簡單介紹睡眠有關的一些事象，以便讀者更瞭解睡眠之本質。

## 二、自然界的睡眠

植物界沒有睡眠現象，但有些植物表現出很像睡覺的過程。如鬱金香、蒲公英

的花在白天開張，到夜間花瓣就閉合像睡覺；豆科植物的葉片在夜間閉合而下垂，樣子也很像在睡覺，雖然這些變化常被稱之為植物的睡眠運動，但其本質是與動物的睡眠完全不同。它們的睡眠運動是向光性(植物對光線有屈曲發育，如葉片做向光運動)在夜間裡消失及白天光線引起的細胞內膨壓之消失引起型態上之變化，其形態與動物之睡眠很相似而已。

在動物界，低等動物之活動受太陽光之明暗有顯著的影響。因此，有白天活動量多，夜間少，或白天活動量少，夜間有明顯的增加等兩種情況，但這些都不是睡眠現象。

昆蟲亦有似睡眠的現象；蜻蜓在白天活動很活潑，但到夜晚，在隱密的地方掛腳休止，至翌朝太陽一出，又飛走。如果把牠們的休止看做睡眠，那牠的睡眠時間是相當長。螞蟻有很多詳細的觀察報告。牠在夜間似有睡，不過時間並不長。螞蟻在睡醒時，頭與六腳向前後盡量伸長，身體做擺動，大開嘴巴，像打呵欠。蜜蜂在夜間，集體就睡宛如軍隊宿舍之一聲號令之下一齊就眠方式。夜行性昆蟲如家蚊，夜間是牠們的活動時間，有的在白天，在較陰暗處靜止不動，也許牠在「睡眠」。用人工方式晝夜不斷地刺激使蟑螂無法休息，一旦不再刺激牠時，牠會有較長時間的所謂彈回休息(rebound repose)，而這彈回休息(睡眠)已是一般睡眠的特徵之一。這樣一來，有些動物學家認為蟑螂有睡眠時間。這些用動物的行為做為判斷睡眠之依

據，特別稱它為行為睡眠(behavioral sleep 或 sleep-like state)。

有人認為軟體動物如烏賊、章魚等會睡覺。因為有時候牠們身體不動、呼吸變慢，對外來刺激，引起反應之閾值特別高，被認為是在睡眠；蝦、蟹亦與章魚相似，有身體不動的時候。

魚類有的在白天不會動(睡眠乎?)，夜間活動量很高，有的魚類在白天運動多，到晚上卻不動，這情形在水缸裡養金魚的人都會看到過吧。Jouvet (1969) 曾記述 Peyrethon 與 Peyrethon (1967) 連續記錄鯉魚腦與尾部肌肉的電活動 800 小時以上。結果發現鯉魚腦神經活動電位有休息與活動狀態交互出現，尾部肌電圖亦與腦部興奮相對應出現。並沒有看見所謂反常睡眠(paradoxical sleep—後述)。鯊魚在 24 小時都在游泳，似乎沒有睡覺，也許牠一面游泳一面睡。

兩棲類的青蛙，Hobson (1967) 使用在頭骨內固定之電極(埋藏電極 implanted electrode)來記錄腦波，發現牠在覺醒時有每秒 5-8 次頻率的腦波出現，但牠在靜止不動時，腦波頻率也跟著降低。Hobson 認為低頻率是表示牠在睡覺，不過在青蛙身上沒有發現反常睡眠。如此以腦波做為判斷睡眠之依據叫做腦波睡眠(electroencephalic sleep)。

爬蟲類的烏龜、蜥蜴、鱷魚等在夜間偶然會有閉目不動的時候。行為上有明顯的睡眠時間。若記錄其腦波觀察腦活動，在開眼、閉目時之腦波顯然不同。

家雞在晚上睡。我們常看到家雞在夜晚頭藏在翅膀內站著不動，認為是在睡。二十多年來規模相當大的養雞場，在夜間開燈，亮如白晝，希望雞多吃飼料，快成長。不過養雞場主人稱，牠們在夜間之飼料攝取量比白天少一半，其運動量亦較少，但牠們仍然可以正常成長。由此可知牠們在夜間時睡的時間相當短暫。Twyver 及 Allison (1972) 記錄鴿子的腦波，看到覺醒及非覺醒時有很顯著不同的腦波出現；非覺醒期相當於睡眠期，每次持續時間有半小時以上，而且在睡眠時偶而有眼球運動及反常睡眠之腦波，情況與人類相似。

人類以外之哺乳類，其睡眠情形與我們人類相同。家鼠是夜行動物，在白天會斷斷續續的睡；牠在「養神」時，其腦波與睡眠期相似，但都很淺且容易睡醒。在家貓、家狗的睡眠報告亦相當多；牠們不但在白天閉目睡覺，夜間亦作較長時間的睡眠，淺睡或反常睡眠的腦波隨時可見。一般而言，在家飼養的所謂「寵物」，其睡眠時間較長；家貓、家狗是最好的例子；野性的狗、貓，其睡眠時間相當短。動物中睡眠時間最短的動物恐怕是長頸鹿。因為很多人都沒有看過長頸鹿在睡覺。但有人報告；在德國法蘭克福動物園裡觀察到長頸鹿之睡眠。他們作如下的報告：

- 1.長頸鹿是在夜間確實有睡，但其睡眠方式是多峰且片斷式的。一夜有 5-10 次，一夜的睡眠時間總共 20 分鐘左右。
- 2.睡眠姿勢相當奇怪，即長頸向後肢彎曲，躺臥，頭尖著地。

這種姿勢似相當勉強，因此容易睡醒。長頸鹿要睡，不得不採某種姿勢。但一旦有事，卻甚不容易站起來，而影響牠們的生存條件。因此長頸鹿不得已犧牲睡眠次數與時間。有人檢查牠的腦波，發現長頸鹿在反芻時，已是淺睡狀態，而且這種淺睡在一天中有好幾次。果真如此，長頸鹿 20 分鐘左右的睡眠時間也足夠回復體力之用（新福，1985; Kristal 與 Noonam，1979）。

海豚是由陸上回到水中生活的動物，用肺來呼吸。一般認為牠在水面上浮游時或在水底下時做很短暫的睡眠。蘇聯科學家 Mukhametov 等記錄海豚在不受拘束、自由行動條件下的腦波，發見海豚在游泳時可以使左右大腦半球分別睡眠(單半球慢波睡眠 unihemispheric slow-wave sleep)。換句話說牠可以邊睡邊游泳(Mukhametov 1981, 1987, 1988)。他們研究海豹(Mukhametov 等, 1984, 1985)，白鯨 (Lyamin 等, 2002) 的睡眠腦波發現牠們也同海豚，有單半球慢波睡眠。

牛、馬可以站著睡，但躺著地上反芻咀嚼時亦可以有淺睡，但深睡較少。站著淺睡時頭下垂，是因為在淺睡時，頸部肌肉緊張性減少或消失之故。但腰部、腳部肌肉之緊張性卻不會消失。牠們在深睡時會閉目，脈拍徐緩，胃運動變慢等。每次之深睡，其時間相當短，但一天有好幾次深睡，不過其深睡時間總共有 30 分鐘左右，除深睡外，還有兩個半小時的淺睡。另外，據腦波的紀錄，牠們一天大約有 8

次左右，眼睛展開著，但腦波上已有睡眠腦波(新福，1985)。至於老虎、獅子等，體型較大肉食動物，可以在夜間躺臥，能長時間的睡眠。

一般來說，靈長類的行為是白晝活動，夜間睡眠，其腦波亦與人類極相似。

### 三、眠與死、昏迷

俗話說「死是永遠不會甦醒的睡眠」。換句話說，暫時性的睡叫眠，而長睡不醒，永久性的睡叫做死。但由生理學的立場來說，死就是死，決不是眠。眠與死，不是比較睡眠時間之長短問題，兩者不相干，根本不能比較的。我們也常聽人家說「某某人睡得像死人一樣」，但這不是死而是睡。睡與死，外觀很像，我們雖然沒有經驗過「死」，但我們卻可以想像「死」是怎麼回事。雖然偶爾也有人入睡以後就不再覺醒的，但入睡以前大家都期待再過幾小時後一定會覺醒。



圖 1 紐約 Metropolitan Museum 所展覽陶瓷上畫出之 Hypnos(睡神)與 Thanatos(死神)雙生兄弟。他們抱着 Serpedon( Zeus 及 Europa 之兒子)。傍立者為 Hermes (God 之使者)。

如前述，一般人的看法中，死與眠是

非常接近，希臘神話裏的死神 (Thanatos) 與睡神 (Hypnos) 是很親密的雙生兄弟(圖一)。但其本質是完全不同的；眠的本質是在「自我」的消失，成爲一種有生命的「物質」，換句話說是以「意識」之存在與否，來確定死與睡。

另外，昏迷在外觀上亦與睡眠很相似。意識的消失，在醫學上稱爲 coma (昏迷)。因爲睡眠也沒有意識存在，因此昏迷與睡眠外觀上是很相像，但睡眠是自然界的正常生理現象而昏迷是病狀。昏迷與睡眠有如下很明顯的差異：

- 1.昏迷不能用外界的刺激來使它覺醒。大聲叫名字、給與擰痛或拍打等外來之強烈刺激都不能引起覺醒；但睡眠即可以接受外來刺激，如果刺激稍大就會覺醒。換句話說，睡眠時對外來刺激引起反應之閾值雖然是相當高，但還可以接受刺激而引起反應(覺醒)。
- 2.睡眠時呼吸、脈搏等的自主神經系機能變慢，但有規律。昏迷時，有時會打鼾或呼吸不規則、心跳不規律等，有時也會有發燒、發汗等特異症狀。
- 3.除此之外，昏迷時，眼瞼反射或瞳孔反射多半消失，腱反射亢進，偶有身體痙攣等症狀。但這些症狀在睡眠時是不會有的。

更重要的是睡眠在睡醒後，精神百倍、氣氛爽快，但昏迷醒過來，往往精神萎靡不振、氣氛沮喪等情形。

#### 四、我們能不睡嗎？

一個或兩個晚上不睡覺，我們還可以忍受，雖然隔天也許會有頭重腳輕、無精打采、做事都不對勁。如果被要求再連續三、五天不睡的話，恐怕很多人都不肯答應吧。但這世界上無奇不有，雖然是人數極少但仍有被稱為「無(睡)眠人」的一群人。這些人都身心很健康，一般人在就寢時，他(她)們照樣可以正常上工、上班。這些人與所謂失眠患者不同的地方，是他(她)們都不想睡，對睡眠不感興趣。他們有些人接受連續幾星期整夜的腦波測試，結果有整晚確實沒有睡覺的人，但也有人每晚只睡了平均一小時左右的覺。有人用追蹤方式記錄某無眠人的生活行爲，發現這位無眠人在兩星期內只睡了共 101 分鐘，換算起來每晚只睡 8.4 分鐘。這些無眠人甚麼時候開始無眠呢？有位男士說是生來具有，也有人認為遇到交通事故，腦部受傷後開始不用睡的；有位女士說她是難產嬰兒；有的人(男性)發覺到，自青少年時期邁入成人的過程中，慢慢開始不需要睡覺等，如此，發生原因及時間是都不一。現在這些人散居在英、法以及澳洲等國家(井上，1997)。

撇開這些極少數情況特殊的人外，我們都需要睡眠的。如果我們幾天都不睡，會引起怎樣的結果呢？對這問題，很早以前就有很多人感興趣，也做過好多實驗。

離現在一百多年前，法國生理學者 Manacine (1894)曾作實驗。他把一些幼犬

設法使牠不睡(斷眠實驗)；如此經過 4~6 日後，這些幼犬都死亡。在斷眠實驗當中，牠們的體溫都變低、紅血球從 500 萬/mm<sup>3</sup> 減少到 200 萬/mm<sup>3</sup>；牠們快要死亡時，因血漿濃度升高，1mm<sup>3</sup>中紅血球數目反而增加、有腦部灰白質微血管出血等症狀出現。生理學者 Tarozzi (1899)利用 3 隻成狗，同樣做斷眠實驗。結果發現斷眠後於第 9 日、第 13 日及第 17 日，各死一隻。解剖屍體檢查，結果發現每隻狗之腦神經細胞皆有變性現象(degeneration)。

其後至 20 世紀，陸陸續續又有人做同樣之斷眠實驗，有人使狗斷眠 505 小時。這次之實驗，狗並沒有死，但身體相當虛弱。經解剖後也發現其腦組織有變性；有人利用家兔斷眠 6 至 31 日，發現都會有體溫下降(降低 4~5°C)、脈搏、呼吸變慢等現象，但都沒有死亡；也有學者利用一群大白鼠，不讓牠們睡 3~14 日，發現牠們也未死亡。若有死亡，其死亡之原因是互相打架而被咬死的。因此現在對動物之斷眠，會不會引起死亡？到目前未有定論(朝比奈，1959)。

斷眠在人類的研究，最早由美國學者以科學斷眠實驗進行(1896)。研究對象是三位健康、年輕男性。斷眠時間為 90 小時，在斷眠期間記錄三位受試者之心理學、生理學各方面之變化。依其報告，在斷眠後第一天晚上，他們的身體與心理狀態並沒有發生大礙，但至第二天夜間，他們都很想睡。然而保持不睡最困難的時候是第三天黎明時。如果這時候不給與強烈的外來

刺激(如：拍手、大聲叫名字等)時，他們都倒地就睡著了。第二半夜到第三天早上，即有一人有知覺障礙；他看到混有很多顆粒的黏性渦流在地上滾動；這種幻想在作完實驗，入睡 11 小時後就完全消失。

至今，斷眠時間最長的世界記錄是 264 小時 12 分 (11 天又 12 分)，是美國聖地牙哥的高級中學的 17 歲學生 Randy Gardner 君所創造(Gulevich 等，1966)。他在斷眠 4-5 日後，引起神經過敏、多疑、記憶障礙、作白日夢。雖然有些知覺障礙，但他仍然還沒有發生神經症狀。這位高中生創造世界紀錄後倒地連續睡了 14 小時 40 分後，體力就差不多回復了。他經過長時間的斷眠後，對包圍他的記者們說「我能夠不睡 11 日，是完全靠毅力」。

日本學者也曾經作了斷眠研究(1966 年 8 月)。受試者是 23 歲的年輕畫家，持有 101 小時 8 分 30 秒不睡之記錄。在斷眠期間，他隨時接受腦波、體溫、血壓、心跳、呼吸數等檢查。他在斷眠開始之初，食慾極旺盛，體重增加了 1.5 公斤；體溫白天較高，夜晚變低，呼吸、心跳等生理現象都在保持正常的範圍內，但到斷眠末期，他的精神機能、心理狀態都極受影響。報告顯示，他在開始斷眠 2 日內並沒有什麼痛苦，也可以完全覺醒，心理測驗正常，但到斷眠後第 3 天，他只想睡覺，對閃光測驗 (flicker test) 之成績急遽降低；錯覺、幻覺相繼產生，而且他只要一閉目，在腦波上就有  $\theta$  波(睡眠後期，深睡期之腦波) 代替  $\alpha$  波(淺睡前期之腦波) 出現。他在斷

眠第 2 天內，他還拿著畫筆來繪圖，但第 3 天後就根本不想繪圖，最後把畫筆丟去不顧 (時實，1988)。

1968 年 9 月，美國洛杉磯加州大學 (UCLA) 與聖地亞哥美國海軍研究所共同計畫作了斷眠實驗 (Pasnau 等，1968)。這次之研究目的並不要求長時間的斷眠，而是研究斷眠(9 天 8 夜)對受試者身心之影響。實驗對象是 20 歲左右 4 名男子，在 205 小時的斷眠前、中、後均受嚴格的生理學、心理學的檢查。這實驗中發現且值得注意的是斷眠五天以後，他們對睡眠的欲求稍為減退。長期絕食情形中可見的「第五天轉換期現象」亦在長期斷眠實驗中可以看到。

由以上各實驗結果，我們可以推想，人類大腦新皮質的正常精神活動只能夠維持 2 天左右，每日 8 小時左右的睡眠時間，是維持我們身心健康及社會秩序上所必需的。

## 五、REM 睡眠與 NREM 睡眠

睡眠與覺醒的境界點在那裏？對這個問題的看法，過去相當分歧。不過，現在大部分的睡眠研究者所同意的境界基準是依 1968 年由美國睡眠研究學者 Rechtschaffen 及 Kales (1968)共同提出的論文。他們提出覺醒期外，人類之睡眠深度分為四階段，即：

覺醒期：上床後未進入睡即覺醒期(awake)。

由腦波來看，低振幅(low amplitude,

low voltage), 快波(fast wave) (在安靜閉目時:  $\alpha$  波, 8-13 c/s, 情緒興奮時:  $\beta$  波, 13 c/s 以上) 出現。

第一梯級睡眠 (Stage 1): 這段時間多半都很短, 是覺醒移行至睡眠開始之時期。在這時段, 閉目時眼球有慢速轉動。在腦電圖上, 有全般性低振幅, 再以 8-13 c/s 的  $\alpha$  波混入在其中。

第二梯級睡眠 (Stage 2): 電位由小變大而又變小的 (12-14 c/s) 紡錘形腦波 (spindle), 有時會混有特殊形狀的腦波 (K complex) 亦出現。

第三梯級睡眠 (Stage 3): 大振幅, 慢(低速)波 (slow wave) (0.5~4 c/s) 之腦波 ( $\delta$  波) 出現。

第四梯級睡眠 (Stage 4): 在任意單位時間內有一半以上之腦波出現慢(低速)波時, 被認為睡眠已經在第四梯級 (圖二)。

研究學者們習慣上, 以第一、二梯級睡眠合稱為淺睡眠, 第三、四梯級睡眠合稱為深睡眠。

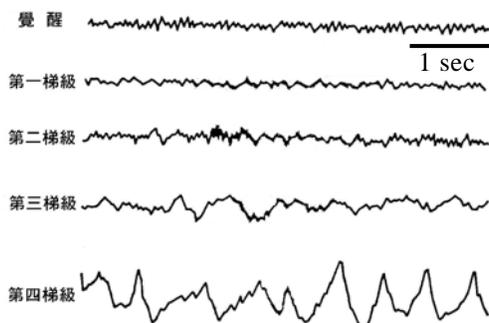


圖 2 覺醒及入睡四梯級及 REM 睡眠時的腦波記錄。記錄由上而下: 覺醒及第一至第四各梯級。

在 1955 年, 芝加哥大學睡眠研究所 Kleitman 及 Dement 兩人共同研究嬰兒睡眠時, 發現嬰兒在熟睡, 但偶而眼瞼(皮)下的眼球作快速運動, 且臉孔、手指等也會動, 但腦波是入眠腦波。他們認為這時候嬰兒在做夢。於是以其特異睡眠型式, 稱為賦活睡眠 (activated sleep) (Dement 及 Kleitman, 1957 a, b; Dement 及 Wolpert, 1958)。其後法國腦生理學者 Jouvet 及 Michel (1960) 發現貓等動物也有眼球快速運動之睡眠, 但他另外注意到貓頸部肌電圖緊張同時消失。他們認為這不僅僅是賦活現象, 同時這賦活現象也被抑制的異常現象, 於是提倡稱它為反常睡眠 (paradoxical sleep)。

第四梯級睡眠, 因其腦波速度很慢, 除了“深睡”這個名稱外也被稱為“慢速睡眠”。但因入睡後第一梯級時的新皮質腦波與反常睡眠時之腦波(新皮質) 極類似, 引起判讀腦波時之困擾。因此在 1961 年創設的睡眠精神生理學會 (Association for the Psycho-physiological Study of Sleep, APSS), 特別對人類的睡眠加以規定; 即以有無眼球之急速運動來分; 睡眠如果有急速眼球運動者, 稱它 REM 睡眠 (Rapid Eye Movement sleep) 而不再稱它為反常睡眠, 而對一般睡眠, 因沒有 REM, 稱它為 NREM 睡眠 (Non-REM, NREM sleep) 而它又可以分淺 NREM 睡眠 與深 NREM 睡眠。但對動物之睡眠即沒有規定, 不過, 一般研究者還是分為慢波(低速)睡眠 (包括 NREM 全部) 與反常睡眠兩種者較多。

我們在 NREM 及 REM 睡眠時，除了眼球之運動外，其他體內各種生理機能亦有明顯的不同；如呼吸、心跳率、血壓或皮膚阻抗都有不一樣之現象出現(圖三)。

絕大部分的健康成人，這 REM 及 NREM 兩種睡眠，大約以 1.5 小時左右做一周期(圖四)。最初之 2 周期，換句話說，入睡後之 3 小時，會有深 NREM 睡眠出現，其後以淺 NREM 與 REM 所組合的睡眠。在圖四中，各周期終了時會有淺 NREM。因此如果入睡 4.5、6、或 7.5 小時後起床，會有氣氛清爽，充滿活力的感覺。

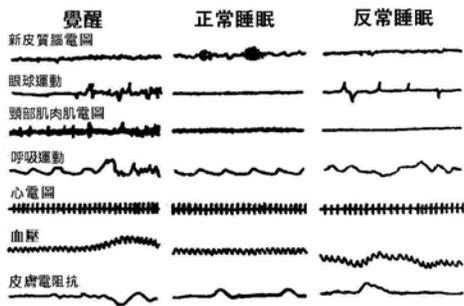


圖 3 貓覺醒、正常(NREM)睡眠、反常睡眠(NREM)時之多項記錄。記錄由上而下：新皮質腦電圖、眼球運動、頸部肌肉肌電圖、呼吸運動、心電圖、血壓、皮膚電阻抗。(時實，1988)

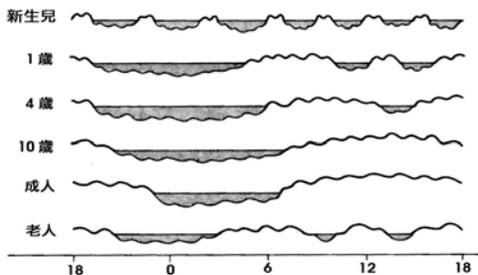


圖 4 新生兒、1 歲幼兒、4 歲兒童、10 歲學童、一般成人及老人的睡眠時間及睡眠樣式。(井上，1997)

各種動物在長時間之睡眠中或不活動期間，除了各有獨特的睡眠姿態外，對各種刺激引起反應的閾值升高，在入睡以前會尋找隱蔽、安全、舒適之場所等行爲。

魚類、兩棲類之長休息時間內，未發現有高振幅、慢波睡眠(相當於人 NREM 睡眠)與 REM 睡眠；有些爬蟲類只有高振幅慢波睡眠，而一部分爬蟲類和鳥類有高振幅慢波睡眠中混有少部分之 REM 睡眠；在哺乳類即有 NREM 及 REM 睡眠，尤其是人類，有很明顯的 NREM 和 REM 睡眠的交替(表一)。

表一 動物睡眠時之特徵：

	靈長類	哺乳類	鳥類	爬蟲類	兩棲類	魚類	軟體動物	昆蟲
不活動期長	+	+	+	+	+	+	+	+
受日節律之影響	+	+	+	+	+	+	+	+
閾值之上昇	+	+	+	+	+	+	+	+
特有睡眠姿勢	+	+	+	+	+	+	+	+
腦波：高振幅慢波(NREM 睡眠)	+	+	+	-	-	-	-	-
REM 睡眠	+	+	+	-	-	-	-	-

(取自：Meddis, 1977；井上，2002)

(註：“+”表示有此特徵；“-”表示無此特徵。)

在 NREM 睡眠與 REM 睡眠中，腦神經消耗葡萄糖量如下表二。

表二 睡眠時腦內葡萄糖之消耗量：(安靜覺醒時，腦消耗葡萄糖量是佔全身熱能之 18%)

	腦內葡萄糖消耗量	
人	NREM (2+3) 梯級時	覺醒時之-23%
	NREM (3+4) 梯級時	覺醒時之-40% (Maquet 1995)
猿	NREM	覺醒時之-30% (Kennedy 等 1982)

(取自：日本睡眠學會)

NREM 與 REM 睡眠時之腦部活動情形，如表三。

表三 睡眠時之腦部活動情形：

	NREM 睡眠	REM 睡眠
1.腦溫	↓	↑
2.腦血流	↓	↑
3.葡萄糖代謝	↓	↑
4.皮質神經細胞之活動	↓	↑
5.意識水準	↓	↑

(取自 井上，2002)

由表二、三，可歸納 NREM 睡眠是使大腦鎮靜化，而 REM 睡眠是使大腦賦活化的睡眠，兩者關係是互補。

## 六、睡眠的進化：

睡眠之表現與腦結構很有關係。因此隨著腦部構造的發達，睡眠型式亦有所改變。無脊椎動物似有睡眠的行為，大都隨著「日節律 circadian rhythm」之變化而引發的。與具有發達腦構造之溫血高等脊椎動物之睡眠間，其實質上是有極大的差異。現在研究的睡眠現象，大多以脊椎動物為主，對低等動物的昆蟲等一般無脊椎動物之睡眠研究，至今仍缺少正確的研究

資料。更談不到無脊椎動物至脊椎動物之間的睡眠現象進化情況。

在脊椎動物間的睡眠之進化，蘇聯有名睡眠學者 Kalmanova 持有如下的進化系統樹的觀念(Kalmanova, 1982) (圖五)。她納入當時的睡眠研究學者如 Meddis (1975, 1977)、Allison 及 Twyver (1970, 1971, 1972, 1974a, b)，以及她自己的研究結果(Kalmanova 1979, 1981, 1982)，推出脊椎動物間的睡眠進化路線。她發現變溫動物之魚類及兩棲類，牠們在一天內某時段裡會停止活動，這看來頗像睡眠，她稱它為原始睡眠(primary sleep)。這原始睡眠是脊椎動物睡眠之原型，它一直維持到 2 億 5 千萬年前出現的爬蟲類時代，而變形為「中間睡眠」，然後再經 7 千萬年後才出現的哺乳類身上成為「真睡眠」。但哺乳類中最原始的單孔類(如鴨嘴獸等)至現在還保持著中間睡眠。在此，所指真睡眠，即指高等脊椎動物，如恆溫動物的鳥類及哺乳類之睡眠。因為由腦構造之複雜變化引發高等行為之表現以及特定睡眠姿勢等，都明顯的可以辨別出睡眠與覺醒，因此這些脊椎動物之睡眠稱為真睡眠。真睡眠之另一特徵是，它可以分為 NREM 睡眠與 REM 睡眠。如果是真睡眠才是真正的睡眠的話，它只有在恆溫動物中出現。由此可以推想，睡眠是在特別複雜的高等動物所持有的休息機能。

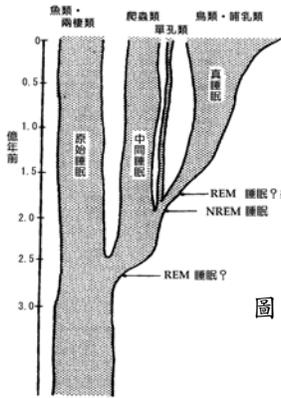


圖 5 脊椎動物睡眠演化樹。(井上, 1997)

中間睡眠在鱷魚、龜等爬蟲類中看到。牠們比兩棲類高等，由其行為上可以明顯的看出來有睡眠現象。若記錄其腦波即有特殊腦波(棘波 spike)出現(Allison, 1971)。有些研究者研究爬蟲類的眼球運動與腦波的關係，認為爬蟲類亦有 REM 睡眠(Ayala-Guerrero, 1987; Huntley, 1987)。

## 七、睡眠的性質

隨著我們身體的發育，睡眠有一定規則的變化。所有動物在剛出生不久時，睡眠時間都相當長。隨著成長，睡眠時間會變短。因此年齡與睡眠時間之間確實是有相關的。

### 1. 週期性

自幼兒期至成年期，隨著腦成長，NREM 睡眠與 REM 睡眠在睡眠期間內所佔的比率會有變化，即 NREM 睡眠：REM 睡眠比，在新生兒是 1：1，周歲兒有 3：1，而成人即是 5：1 的比例。

幼兒的成長快，他們在睡眠中由腦下垂體分泌生長素 (growth hormone)，因此發

育旺盛且快，在覺醒時，他們在運動或思考的活動多，體內熱量都在消耗，這會抑制生長素的分泌。至於老年人之睡眠如像嬰兒期，有多峰性睡眠的傾向；他們一天內可小睡好幾次，但睡眠時間之總計還是很短的。依大熊(1997)或 Cauter 等(2000) 的研究發現老年人睡眠的共同現象是 REM 睡眠時間的明顯減少，而且容易睡醒是其特徵之一(圖六)。

### 2. 睡眠時間

在動物界裡因動物種類不同，其睡眠時間短到 2 小時到多達 20 小時左右者，如下表(表四)、

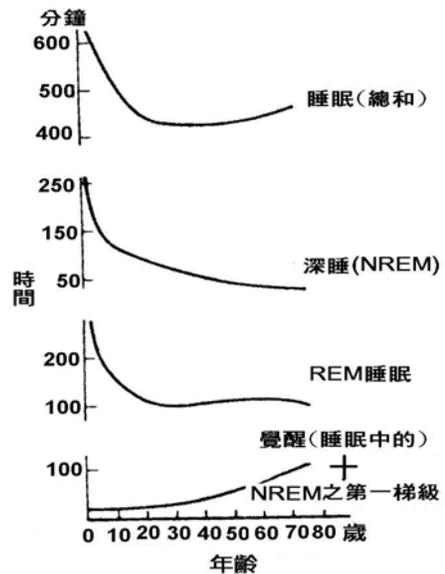


圖 6 人年齡與 NREM、REM、極淺睡狀況下之睡眠時間。(大熊, 1997)

表四 各種動物一日睡眠量 (小時/日)

動物名稱	時間	動物名稱	時間
馬	2	大猩猩、浣熊	12
牛、山羊、亞洲象、非洲象、驢子	3	小白鼠、大白鼠、灰色狼	13

狸	5	家貓	14
灰色海豹、巴西獼猴	6	狢狢之一	17
人、家兔、天竺鼠	8	狢狢之一	18
黑猩猩、狒狒	9	大茶色蝙蝠、小茶色蝙蝠	19
美洲虎	10	大樹獼	20
海狸	11		

(取自 Meddis, 1977; 井上, 2002)

較有趣的是鳥類以下的脊椎動物沒有反常睡眠，如果有之，其時間極短。據報告，鴿子或家雞的反常睡眠僅有 15 秒／一次。但在哺乳類，尤其是在高等哺乳類，其反常睡眠時間較長。如老鼠的反常睡眠佔全睡眠時間的 10 ~ 15%，家貓佔 30%，人類幼兒佔 50%，成人約有 20%。

一般草食動物之睡眠時間相當短。因為草食動物被肉食動物所捕殺之機會相當大，所以為保護自己，需要時常警戒，因此其睡眠自然變很淺，時間又短。而且草的熱量低，草食動物需要長時間的採食才能應付身體之需求量。如牛一面在吸收食物營養，一面採食；休息中亦有反芻運動行消化作用。放牧中的馬，花了睡眠時間的 2 ~ 3 倍時間在吃草。反之，肉食動物之睡眠時間長，抓到一次獵物，可以攝取高蛋白、高熱量之物質。因此不必為獵食，原野奔跑，自然就有時間休息、睡眠。

## 八、國內睡眠研究實況

我國已經是經濟高度發展國家。今(92)年，我國民平均所得 GNP 將達到是 13,058

美元 (行政院統計局-92 年)，生活環境改善，且在全民保險制度之下，老年人所易患之癌症、心臟病等，因得到適當的醫療處理得以延長生命，平均壽命亦隨著提高 (民國 71 年；男 70 歲，女 75 歲；90 年代，已提高到男 73 歲，女 79 歲)；65 歲以上老年人口密度在民國 71 年，僅佔全國人口之 4.55%；20 年後之今天，密度已增加 2 倍為 8.95% (內政部人口結構變遷-91 年)，如此我國將進入高齡社會。而高齡人容易患病外，另一特徵是不易入睡，而老人人口一多，這問題就浮出來。此外，我國自農業社會進入已是半工業社會，民眾為個自理想過著日夜緊張忙碌，吃飯、睡覺不定時，這容易引起失眠。除此之外，現在我國民眾坐飛機到國外出差、旅行機會很多，而到國外因日節律(circadian rhythm)臨時調節不易，引起時差失眠之機會大大增加。如何解決這些睡眠障礙？這將是我國及其他已開發國家之重要課題之一。

表五是我國學者在這十年來，向行政院國家科學委員會以睡眠研究為題，申請並經核定通過的專題計畫案數，及該計畫中的有關睡眠障礙專題計畫案數之一覽表。

由表五看出，研究者學者在十年來所提出的睡眠有關的研究專案，其一半乃至三分之二左右皆為與睡眠障礙有關的問題，可見睡眠障礙問題是受我國學者們的重視。

表五 以睡眠研究為題，向國科會申請並經核定通過的專題計畫案數

民國 (歷年度)	核定通過的有關睡眠之專題計畫案數	有關睡眠障礙專題計畫案數
81	1	1
82	1	1
83	3	3
84	4	1
85	2	2
86	3	2
87	3	2
88	5	3
89	13	5
90	5	3
91	8	5
92	4	2

(資料來源：國科會 92 年 7 月)

對睡眠做學術上研究之機構有國際組織的 WFSRS (World Federation of Sleep Research)。它由美國睡眠醫學會(AASM)、亞洲睡眠學會(Asian Sleep Research Society, ASRS)、澳洲睡眠學會(ASA)、加拿大睡眠學會(CSS)、歐洲睡眠學會(ESRS)、拉丁美洲睡眠學會(FLASS) 以及美國睡眠研究學會(SRS)等七個學會所組成。亞洲睡眠學會是 1994 年成立，其成員現在除我國以外，還有日本、韓國、新加坡、泰國、印度、巴基斯坦及其他等共有十四個會員國參加。

睡眠的有些問題，表面上看來似好解決，但其內容是相當複雜，尤其睡眠障礙之問題是包含極深刻的困擾。它不會即時直接侵害吾人生命，但長期的睡眠障礙大大傷害到我們身心、生活品質。如何解決睡眠障礙問題？這將是每天過著緊張生活的我國人民所面對的問題。

## 參考書籍及論文、報告

- 1.吳京一(1965)淺說睡眠之生理。臺北醫學院：北醫綠杏，16：16-23。
- 2.吳京一(1971)反常睡眠之生理。臺灣醫學會雜誌，70：713-724
- 3.吳京一(1998)睡眠的科學。好兄弟出版社，局版台業 2047 號，台北。
- 4.大熊輝雄(1997)臨床睡眠。醫學書院東京。
- 5.井上昌次郎(1988)睡眠。化學同人，東京。
- 6.井上昌次郎(1997)不可思議之睡眠。17 版，講談社，東京。
- 7.井上昌次郎(2002)睡眠與夢的科學。13th Hitachi High-Technologies seminar 東京。
- 8.松本享治(1976)睡眠是甚麼，講談社。東京。
- 9.時實利彥(1988)腦。東京大學，東京。
- 10.新福尚武(1989)睡眠與人。日本放送出版協會，東京。
- 11.朝比奈一男(1959)睡眠生理學。中外醫藥社，東京。
- 12.日本睡眠學會(1994)睡眠學手冊。朝倉書店，東京。
- 13.Allison T. and Van Twyver H. (1970) Sleep in the moles, *Scalopus Aquaticus* and *Condylura Cristata*. *Experimental Neurology* 27(3): 564-578.
- 14.Allison T. (1971) The sleeping brain: Proceedings of the symposia of the 1st

- international congress of the Association for the Psychophysiological Study of Sleep. Bruges, Belgium. (ed.) Chase MH.
15. Ayala-Guerrero F. (1987) Sleep in the Tutoise Kinosternon-sp. *Experientia* 43(3): 296~ 298.
  16. Cauter EV, Leproult R. and Plat L. (2000) Age-related changes in slow wave sleep and REM sleep and relationship with growth hormone and cortisol levels in healthy men. *JAMA* 16:861-868 (Fig. 1. Percentages of sleep period spent in wake, stage 1 and 2, SW sleep and REM sleep as a function of age).
  17. Dement W. and Kleitman N. (1957a) Cyclic variation in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility and dreaming. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology* 9: 673~ 690.
  18. Dement W. and Kleitman N. (1957b) The relation of eye movement during sleep to dream activity: An objective method for the study of dreaming. *Journal of Experimental Psychology* 53: 339- 346.
  19. Dement W. and Wolpert EA. (1958) The relation of eye movements, body motility and external stimuli to dream content. *Journal of Experimental Psychology* 55:543~ 553.
  20. Gulevich G., Dement W. and Johnson L. (1966) Psychiatric and EEG observations on a case of prolonged (264 hours) wakefulness. *Archives of General Psychiatry* 15(1): 29-35.
  21. Hobson JA. (1967) Electrographic correlates of behavior in the frog with special reference to sleep. *Electroencephalography & Clinical neurophysiology* 22(2): 113-121.
  22. Huntley AC. (1987) Electrophysiological and behavioral correlates of sleep in the desert iguana *Dipsosaurus-Dorsalis* Hallowell. *Comparative Biochemistry & Physiology (A)* 86(2): 325~ 330.
  23. Jouvett M. and Michel F. (1960) New research on the structures responsible for the "Paradoxical phase" of sleep. *Journal de Physiologie et Pathologie Generale*. 52:130-131.
  24. Jouvett M. (1969) Biogenic amines and the states of sleep. *Science* 163(862): 32-41.
  25. Karmanova Ida G. and Lazarev SG. (1979) Stages of sleep evolution (facts and hypotheses) *Waking and Sleeping* 3(2): 137-147.
  26. Karmanova Ida G., Khomutetskaia OE. and Shilling NV. (1981) Comparative physiology analysis of the evolutionary stages of sleep and its regulatory mechanism (Review) *Uspekhi Fiziologicheskikh Nauk* 12(2): 3-19.
  27. Karmanova Ida Gavrilovna (1982)

- Evolution of sleep: stages of the formation of the "wakefulness-sleep" cycle in vertebrates. Basel; New York; Karger.
28. Kennedy C., Gillin JC., Mendelson W., Suda S., Miyokawa M., Ito M., Nakamura PK., Storch FL., Pettigrew K., Mishkin M. and Sokoloff L. (1982) Local cerebral glucose utilization in non-rapid eye movement sleep. *Nature* 297(5864): 325-327.
29. Kristal MB and Noonam M (1979) Note on sleep in captive giraffe. *South African Journal of Zoology* 14:108- 109.
30. Lyamin OI., Mukhametov LM., Siegel JM., Nazarenko EA., Polyakova IG. and Shpak OV. (2002) Unihemispheric slow wave sleep and the state of the eyes in a white whale. *Behavioural Brain Research* 129(1-2): 125- 129.
31. Maquet P. (1995) Sleep function and cerebral metabolism (Review) *Behavioral Brain Research* 69(1-2): 75-83.
32. Meddis R. (1975) On the function of sleep. *Animal Behaviour* 23(3): 676-691.
33. Meddis R. (1977) *Sleep Instinct*. Routledge and Keegan Paul, London.
34. Mukhametov LM. and Poliakova IG (1981) Electroencephalographic study of sleep in sea of Azov porpoises (Russian) *Zhurnal Vyssei Nervnoi Deiatelnosti Imeni I.P.Pavlova* 31(2): 333-339 (English abstract).
35. Mukhametov LM., Supin Aia. and Poliakova IG (1984) Sleep of Caspian seals (Russian) *Zhurnal Vyssei Nervnoi Deiatelnosti Imeni I.P.Pavlova* 34(2): 259-264 (English abstract).
36. Mukhametov LM., Lyamin OI. and Poliakova IG. (1985) Interhemispheric asynchrony of the sleep EEG in northern fur seals. *Experientia* 41(8): 1034-1035.
37. Mukhametov LM (1987) unihemispheric slow-wave sleep in the Amazonian dolphin. *Inia geoffrensis*. *Neuroscience Letters* 79(1-2): 128-132.
38. Mukhametov LM., Oleksenko AI. and Poliakova IG. (1988) Quantitative characteristics of the electrocorticographic sleep stages in bottle-nosed dolphins (Russian) *Neirofiziologiya* 20(4): 532- 538 (English abstract).
39. Pasnau RO., Naitoh P., Stier S. and Kollar EJ. (1968) The psychological effects of 205 hours of sleep deprivation. *Archives of General Psychiatry* 18(4): 496-505.
40. Peyrethon J. and Perython D. (1967) Polygraphic study of the wakefulness-sleep cycle of a teleostean (*Tinca tinca*) *Compt. Rend. Soc. Biol.* 161:25-33.
41. Rechtschaffen A. and Kales A. (1968) A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages in human subjects. No. 204 in NIH

publications. US Government Printing Office, Washington DC.

42. Van Twyver H. and Allison T. (1972) A polygraphic and behavioral study of sleep in the pigeon (*Columba livia*). *Experimental Neurology* 35(1): 138-153.
43. Van Twyver H. and Allison T. (1974a) Sleep in the armadillo *Dasypus novemcinctus* at moderate and low ambient temperature. *Brain, Behavior & Evolution* 9(2): 107-120.
44. Van Twyver H. and Allison T. (1974b) Sleep in the opossum *Didelphis Marsupialis*. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology* 29(2): 181-18.