

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

文章題目：智慧手錶/運動手錶是如何監測睡眠質量

摘要：這篇文章探討了智慧手錶和運動手錶如何監測睡眠質量，並介紹了睡眠周期和智慧手錶的三種主要睡眠監測方法：體動記錄儀法、心率法測睡眠和心肺耦合分析。

文章內容：(限 500 字~1,500 字)

隨著科技不斷發展和生活水平的提高，人們對於自身的健康狀態關注日益增加。智慧手錶和運動手錶/手環作為具有多種監測功能的智慧產品已成為許多人日常生活中的必備品。除了追蹤運動活動和健康數據，這些手錶還能幫助用戶監測他們的睡眠質量。然而，你可能會好奇這些手錶是如何準確地監測睡眠質量的？



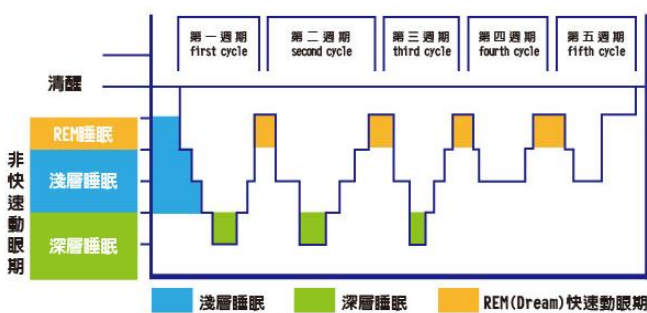
圖一、智慧手錶示意圖

首先，我們來了解一下睡眠周期。睡眠一般分為兩大類：**快速眼球運動睡眠期**(Rapid Eye Movement Sleep, REM 睡眠)和**非快速眼球運動睡眠期**(Non-Rapid Eye Movement Sleep, NRE 睡眠)。

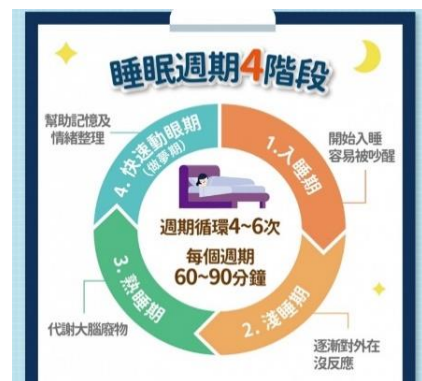
一個完整的睡眠週期：

清醒 → 淺睡段(N1, N2) → 深睡期(N3) → 淺睡期(N1, N2) → 快速眼動期睡眠(REM)
這些階段 (參考表一) 通常在整個睡眠周期中循環 4~6 次，每次約持續 90 至 110 分鐘。

睡眠週期 以8小時睡眠為例



圖二、睡眠階段示意圖



圖三、睡眠周期循環圖表

表一、睡眠階段

睡眠分期	特點	時間占比
入睡階段 NREM 第一階段	身體逐漸放鬆，從清醒進入睡眠狀態	5%
淺睡階段 NREM 第二階段	進入較深的睡眠， 出現睡眠紡錘波(spindle)和 K 叢(K complex)等特殊腦波	45%
深度睡眠階段 NREM 第三、四階段	進入更深的睡眠，腦波變得更緩慢， 進行身體修復和恢復	25%
快速眼動期睡眠 REM 睡眠	眼球快速運動、夢境發生，身體肌肉放鬆	25%

進入正題，智慧手錶/運動手錶主要分為三種睡眠監測方法：體動記錄儀法、心率法測睡眠、心肺耦合分析。

1) 體動記錄儀法(Actigraphy Method)

→介紹：

手錶內置的重力感應器可監測用戶的活動水準。深度睡眠時，肌肉放鬆，無大運動；淺睡時微動。智慧手環通過監測手腕運動，識別深度睡眠，並據此計算睡眠週期和深度睡眠時間。

→主要技術或感測器：

- 重力感應器或陀螺儀：監測用戶的運動和活動水準。
- 睡眠演算法：基於機器學習和大資料分析，據使用者的睡眠模式和生理指標提供睡眠品質評估。

→優點：

簡單易用，無需額外設備，成本較低。

→缺陷：

判斷準確度較低，無法詳細分析睡眠階段，容易受佩戴位置和環境影響。

2) 心率法測睡眠

→介紹：

利用手錶內置的 rPPG 感測器監測用戶的心率變化來判斷睡眠情況。通常，睡眠時心率會下降，尤其是在深度睡眠期間。而手錶通過監測心率變異性，從而來判斷睡眠時間和睡眠的深淺。

→主要技術或感測器：

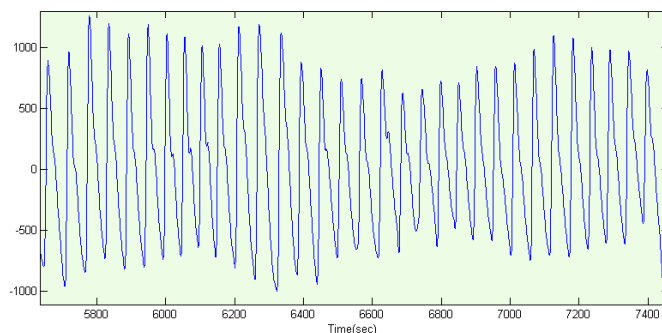
遠程光電容積脈搏波描記技術(Remote PhotoPlethysmoGraphy, rPPG)：使用發光二極體(LED)的光線照射皮膚，利用血液中透光率的脈動變化，並折算成電信號，對應就是心率，就可得到一張表示脈衝壓引起的體積變化的圖表。

→優點：

簡單易用，相對準確，可在睡眠過程中即時監測心率變化。

→缺陷：

受到佩戴位置和佩戴條件的影響，可能影響準確性；無法提供睡眠結構資訊。



圖四、光體積變化描記圖法

3) 心肺耦合分析(CPC)：

→介紹：

基於心率和呼吸的相互關係進行睡眠分析，利用心率變異性和呼吸變異性來推斷睡眠階段。

→主要技術或感測器：

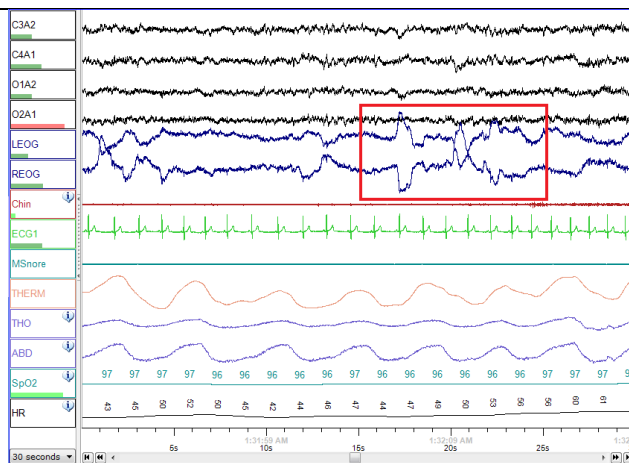
- 多導睡眠監測(Polysomnography)：一種用於診斷睡眠障礙的監測，通過各種感測器數據繪製您的睡眠週期圖表。
- 腦波、肌電、心電、眼動、血氧飽和度、脈搏、胸腹呼吸動作、口鼻呼吸氣流等感測器。

→優點：

提供較準確的睡眠分期資訊，結果與傳統多導睡眠監測方法一致性較高。

→缺陷：

智慧手錶通常不具備其分析功能，因其複雜的資料處理和高成本的感測器需求。然而，某些智慧手錶的睡眠監測技術可能使用基於 CPC 的演算法。



圖五、多導睡眠監測的紀錄

隨著時間推移，智慧手錶不斷智慧化，藉由多種睡眠監測方法和改進的演算法，加上使用者個人資料和回饋進行調整，提升了準確性和個性化程度。智慧手錶和運動手錶通常會通過應用程式將睡眠資料與使用者共用，讓用戶瞭解自身的睡眠模式和質量。

總的來說，智慧手錶和運動手錶通過光學心率監測技術、運動感測器、睡眠演算法等多種技術手段來監測睡眠質量。雖然這些手錶所提供的睡眠質量評估可能不如專業睡眠設備準確，但它們仍為用戶提供了一個方便、實用的方法來監測和改善睡眠品質。

參考資料

1. https://pic1.zhimg.com/v2-a07f748360c6c1f6977238d186e31801_720w.jpg?source=172ae18b (圖一)
2. https://cc.tvbs.com.tw/img/program/_data/i/upload/2022/03/15/20220315181708-b94abc8d-la.jpg (圖二)
3. https://inose.tw/images/%E5%AE%89%E7%9C%A0%E8%97%A5%E7%9D%A1%E7%9C%A0%E4%B8%8D%E6%98%AF%E7%9C%9F%E7%9D%A1%E7%9C%A0/REM%E5%9C%96-20230323%E8%A%A%BF%E6%95%B4%E7%89%88%E6%9C%AC_%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%8D%80%E5%9F%9F_1.jpg (圖三)
4. <https://www.sec.ntnu.edu.tw/uploads/asset/data/62563fc9381784d09345ba0d/1-P2-19-107008-%E7%AB%A5%E9%BA%97%E7%8F%A0-%E7%A7%91%E5%AD%B8%E7%9F%A5%E8%AD%98-%E7%9D%A1%E7%9C%A0%E4%BD%A0%E7%9F%A5%E5%A4%9A%E5%B0%91%E4%BA%8B%E7%9D%A1%E7%9C%A0%E8%88%87%E5%AD%B8%E7%BF%92-7.pdf> 睡眠你知多少事(7)：睡眠與學習
5. https://www.zhihu.com/tardis/zm/art/402089815?source_id=1003
6. <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%85%89%E9%AB%94%E7%A9%8D%E8%AE%8A%E5%8C%96%E6%8F%8F%E8%A8%98%E5%9C%96%E6%B3%95> (圖四)
7. <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%A4%9A%E9%A0%85%E7%94%9F%E7%90%86%E7%9D%A1%E7%9C%A0%E6%AA%A2%E6%9F%A5> (圖五)

註：

1. 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，將不予審查。

2. 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，將不予審查。

PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。

3. 建議格式如下：

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖