

淺談 HRV 在 ADHD 兒童臨床醫學上之應用

陳益民 國立東華大學科學教育所研究生、基隆市中華國小教師

壹、前言

注意力缺陷過動症（Attention-Deficit Hyperactivity Disorders，簡稱 ADHD），常見於 7 歲以下的兒童，其症狀為好動、沒有耐心、注意力不集中、情緒控制不佳、坐立難安……等，因為大家對他們的不了解，所以常造成不必要的誤解，更別說他們要融入人群中生活，因此他們與人相處互動的關係通常不會很好，進而出現偏差的行為，如：打架、逃學、攻擊同學、干擾上課與學習，而且直接影響課業的學習，造成學習意願低落和學業成效不佳。此時，就要嚴格懷疑孩子是否罹患注意力缺陷過動症（王慰祖，2012；林俊成，2013）。

心率變異度（heart rate variability, HRV）具有不侵體性、容易操作簡單及能辨別交感和副交感神經活性的特性，是目前被公認用來評估心臟自律神經系統功能最佳方法之一。早期心率變異度的應用與研究，大多出現在中老年人的臨床醫學上；近年來，因用來檢測心率變異度的儀器愈來愈進步、又有易於操作及取得容易的便利性，使得學者更願意將研究對象轉向年齡層較小的嬰幼兒或兒童身上，尤其

是針對注意力缺陷過動症（ADHD）兒童之臨床醫學的研究上，更是獲得許多有助益的成效。

故本文擬蒐集和整理國內外的文獻資料，並歸納、分析心率變異度於注意力缺陷過動症（ADHD）兒童的意義和臨床上的應用，以做為有意從事相關研究的學者，或者是教師進行教學活動之參考依據。

貳、注意力缺陷過動症兒童的定義

注意不足過動症，是因為兒童腦中缺少了分泌神經傳導物質的多巴胺（Dopamine）與正腎上腺素（Noradrenaline），使得大腦內神經細胞之間的訊息無法順利傳遞，而造成孩子對於較為複雜的訊息，無法及時處理與反應（王慰祖，2012）。假如多巴胺（Dopamine）和接受器缺乏，會影響人對肢體活動和衝動的控制，而失調的多巴胺（Dopamine）代謝功能，更影響 ADHD 患者的行為動作、專注力、認知訊息的處理以及刺激的調控；另外，正腎上腺素（Noradrenaline）的缺乏，會影響 ADHD 患者大腦的清醒和注意力的集中（詹元碩、何金山、吳湘涵，2011）。由此可見，

◎通訊作者：陳益民 fulse2001@yahoo.com.tw



ADHD 患者的行為問題，可能是來自於腦部神經傳導物質的機轉發生問題。

教育部於 2013 年的「身心障礙及資賦優異學生鑑定辦法部份條文修正條文」中的第九條，指出本法第三條第八款所稱「情緒行為障礙」，指長期情緒或行為表現顯著異常，嚴重影響學校適應者；其障礙非因智能、感官或健康等因素直接造成之結果。「情緒行為障礙」之鑑定基準如下：

- 一、精神科醫生診斷認定行為或情緒顯著異於其同年齡或社會文化之常態者。
- 二、除學校之外，在其他的情境中顯現適應困難者。
- 三、在學業、社會、人際、生活等適應有顯著困難，且經評估後確定一般教育所提供之輔導無顯著成效者。

目前在「身心障礙及資賦優異學生鑑定辦法」中，注意力缺陷過動症（Attention-Deficit Hyperactivity Disorders，簡稱 ADHD），或稱為過動症，被歸類到「情緒行為障礙」，其主要的症狀為不容易專注、有過動和衝動的傾向，無法持續性的注意同一件事物，且容易受到外界的刺激干擾，很難安靜的參加活動，以及給人靜不下來的感覺，常會干擾或打斷別人的對話，難以遵守例行性的規定；除此之外，其個別差異性也極大，而且充滿多樣性的優勢能力，例如：智力多數正常，也有部分學生達到資賦優異標準；很少存心害人，古道熱腸且願意幫助別人，喜怒形於色，容易觀察到他們的好惡；具有創造力

和想像力，容易在感興趣的領域發揮潛能，雖然 ADHD 學生通常出現在嬰幼兒階段，但是被發現時卻常常是入學之後（臺北市教育局，200）。

按照美國精神障礙診斷統計手冊第四版（DSM-IV）診斷標準發現學齡兒童 ADHD 患者的出現率為 3%~5%，中國大陸為 3%~10%之間，台灣的出現率則為 7.5%，而男童出現率高於女童，其比例為 9:1~4:1 之間，主要原因是男童具有衝動和攻擊行為，且伴隨著品行方面的問題，所以較容易被發現（靜進，2006；吳靜麗、沈雪娥、吳豐偉、黃柏銘，2012）。

參、心率變異度在生理學上意義

透過心電圖測量心臟跳動頻率，常使用 R 波與 R 波之間的時間間隔代表人體的心跳率，一般稱為 R-R 間期（R-R interval, RRI）：心跳率愈低，則 RRI 愈大；心跳率愈高，則 RRI 愈小。RRI 的變異現象主要是受到竇房結的基本放電頻率和自律神經系統調控因素的影響，竇房結的放電主要是受到自律神經系統的影響，使得心臟的跳動頻率更有規律性，而自律神經系統又包含了交感神經和副交感神經，由於兩者間的相互拮抗作用，使得竇房結放電頻率因自律神經系統調控的不同，導致心臟跳動產生出不同程度的變異性，此現象被稱之為心率變異度（heart rate variability, HRV）。

在實驗與臨床的研究中發現，當交感神經興奮時，會大量分泌正腎上腺素，進而刺激竇房結，進而使人體的心跳速度加



快；而副交感神經興奮時，其末梢所釋放出來的乙醯膽鹼（Acetylcholine），會降低竇房結的活性，進而促使人體的心跳速度減緩；當交感神經和副交感神經同時興奮時，對於心臟的影響並非是加乘作用，而是一種交互影響的複雜關係。在正常的情況之下，交感神經和副交感神經調控心臟的跳動，會使其維持很規律且穩定的跳動狀態，但是也可能是因為疾病或其他因素，使得這種穩定狀態失去平衡，而將導致心臟跳動狀態的改變或心血管功能的混亂，這就是心率變異度分析的基礎，可藉此反映心臟自律神經系統的狀況，而這其中又以副交感神經的影響最具決定性（羅小兵、朱寄天，1997）。

心率變異度的分析方法，主要是以時域分析（time domain analysis）和頻域分析（frequency domain analysis）為主（陳益民，2008），茲分以下三個部份加以說明：

一、時域分析（time domain analysis）

時域分析常用的指標為：（一）SDNN：全部正常心跳間期的標準差（單

位 ms）。（二）SDANN：五分鐘的區段內心跳期間的標準偏差平均（單位 ms）。

（三）SDNN index：連續每五分鐘節段之正常心跳間期標準差的平均數（單位 ms）。（四）RMSSD：全部相鄰兩心跳間期差異的均方根（單位 ms）。（五）NN50count：相鄰兩心跳間期大於 50 毫秒的個數。（六）pNN50：相鄰兩心跳間期大於 50 毫秒個數的比例（單位%），適用於較長時間的分析。

二、頻域分析（frequency domain analysis）

頻域分析大致上可分為：（一）0.04Hz 以下為極低頻（very low frequency, VLF）。（二）0.04-0.15Hz 為低頻（low frequency, LF）。（三）0.15-0.4 Hz 為高頻（high frequency, HF）。（四）0-0.4Hz 為總功率（total power, TP）等四個區域範圍，適用於較短時間的分析。

三、常見的心率變異度時域與頻域分析指標、定義和生理學上意義，分別說明如下表 1：

表 1 心率變異度時域與頻域分析指標、定義及生理學上意義之簡表

心率變異度的分析方法---時域分析			
指標	單位	定義	生理學意義
SDNN	ms	全部正常心跳間期的標準差	自律神經系統活性評估
RMSSD	ms	全部相鄰兩心跳間期差異的均方根 (適用於 Short-term 比 NN50 的評估好)	與副交感神經活性有關

指標	單位	定 義	生理學意義
TP (總功率)	ms ²	全部正常竇性心搏間期之變異數	自律神經系統活性評估
LF (低頻功 率)	ms ²	低頻範圍功率	反映交感及副交感神經活性
LF norm	n.u	LF/ TP × 100	反映交感神經活性
HF (高頻功 率)	ms ²	高頻範圍功率	反映副交感神經活性
HF norm	n.u	HFP/ TP × 100	副交感神經活性的定量指標
LF/ HF	ms ²	低頻高頻比值	反映自主神經活性平衡

資料來源：陳益民 (2008)。跳繩及扯鈴運動訓練對國小學童心率變異度之影響 (未出版之碩士論文) (頁 9)，國立臺北教育大學，臺北市。

肆、自主神經系統與注意力之關係及其在醫學上的應用

一、自主神經活性與注意力

學齡前兒童注意力不集中，與交感神經功能變化有顯著的相關，這說明了學齡前兒童的注意力和自主神經活性有密切的相關性 (王宗熙，2008)。此外，不足的自律神經調控又與 ADHD 息息相關，ADHD 兒童常有自律神經失調的症狀，Tonhajzerova et al. (2009) 指出過動兒的 R-R 間期較一般健康的兒童還要小，故他們的心跳較一般健康的兒童還要快；躺臥，進行 HRV 檢測，過動兒的 HF 值較低，LF/HF 平衡指標較高；而站立，進行 HRV 檢測和躺臥的結果相似，且自律神經總活性 MSSD 或 TP 較低，可見過動

兒的 HRV、TP 及 HF 值均比一般健康的兒童還低，但 LF/HF 值則比較高，這說明了過動兒的整體心率變異度和副交感神經活性較弱，而反映自主神經活性平衡則較強。

Börger et al. (1999) 也用心率變異度來研究過動兒，結果發現過動兒有較高的 0.10-Hz，故以功率 0.10-Hz 當作精神生理學的測量或動機的觀點；此外，Börger 與 Van Der Meere (2000) 以 28 位 ADHD 和 22 位健康的兒童進行二項 GO/NO- GO 訊號之測試，一項用快速的刺激物體顯現，另一項用慢速的刺激物體顯示，結果發現過動兒的腦部運動調控 (Motor Control) 常較健康的兒童差；以慢速之 GO 或 NO GO 訊號之測試，發現過動兒



起始反應較慢，心跳加速或減速較不明顯，即 Hz 值愈高，過動兒用心愈少，其注意力也較不集中。

由上述的文獻探討可得知，ADHD 兒童心跳比常人快，因為其交感神經的活性較高，導致自律神經系統的調控失衡，以及當 Hz 值愈高，過動兒用心愈少，其注意力也較不集中，故可藉此資料來做為辨識 ADHD 兒童的參考指標之一。

二、在臨床醫學上的應用

(一) 藥物服用方面

Negrao, Bipath, van der Westhuizen, & Viljoen (2011) 以 19 位過動兒為實驗組和 18 位學童為實驗組進行 Methylphenidate (MPH) (利他能錠) 的治療效果及集中注意力的研究，結果發現治療前後的心率變異度的有產生變化，且 MPH 可將此現象矯正。

另外，Buchhorn et al. (2012) 以 23 位平均年齡為 10.5 ± 2.2 歲的過動兒 (19 男、4 女) 為實驗組，其中 11 位有服用 MPH (利他能錠) 治療，另外 12 位則無接受 MPH (利他能錠) 治療；控制組為 19 位健康兒童 (10 男、9 女) 進行研究，結果發現過動兒 (不管有無服用利他能錠) 的心跳率較健康兒童為高；pNN50 和 rMSSD 的值是無服用藥物的過動兒最低，其次是有服用藥物的過動兒，健康兒童的最高；SDNN 值在三組之間沒有不同；顯示無服藥的過動兒，其副交感神經系統降低，但有服藥者，狀況則有改善。

由此可知，透過藥物的治療是可以改善過動兒的自主神經系統活性。此外，萬

芳醫院的張勝傑醫生也表示治療 ADHD 是藉由藥物 (利他能或專利達) 使大腦活化，以改善過動兒注意力和情緒控制，以達到治療的目的。但是，許多家長會擔心藥物治療所帶來之副作用，而刻意不提醒患者按時服藥，甚至鼓勵其停藥，導致治療效果極差，但是若能在有經驗的醫生監督之下用藥，並定期追蹤患者的服藥狀況，其實藥物所造成副作用的傷害是可以降低的和避免的 (戴于芬, 2012; 林俊成, 2013)。

(二) 體質方面

吳靜麗等人 (2012) 以 32 名兒童 (8.50 ± 1.95) 進行中醫體質問卷 (QLOCMC) 和心率變異 (HRV) 的研究，而中醫體質調查則採用德爾菲方式，將體質分為寒、熱、虛、實，結果發現體質屬於陽證偏盛的兒童有 22 名，體質屬於熱證偏盛的兒童有 24 名，可見 ADHD 兒童的體質屬於陽盛者較多，再將體質屬於陽盛者和非陽盛者進行 HRV 比較，發現 LF/HF 和 nLF 有顯著差異，體質屬於非陽盛者的自律活性平衡和交感神經比較活化。此外，研究也建議輔助中醫針灸治療能有助於過動症狀的改善。

(三) 其他方面

Appelhans 與 Luecken (2006) 指出心率變異度 (HRV) 可作為 ADHD 兒童情緒反應的指標；在休息狀態下，指數高者比較能處理應付生活上的不同狀況，並且專注力較容易集中。此外，若能透過對 ADHD 兒童的按摩治療，能有效增強患兒副交感神經系統的活性，進而提升他們



的注意力、降低過動的發生和改善脾氣的效果 (Khilnani, Field, Hernandez-Reif, & Schanberg, 2003 ; 劉凱茹、林世澤, 2011)。而當過動患者承受壓力時，他們對壓力的主觀判定會比健康者為高，但是因壓力所產生的生理反應卻為低 (Lackschewitz, Hüther, & Kröner-Herwig, 2008)。在有賞罰的回饋試驗中，發現 ADHD 兒童的心跳率比健康兒童低，而且會因為回饋行為的賞罰，造成心率變異度降低，但是健康兒童卻不會有相同的情況產生 (Luman, Oosterlaan, Hyde, Van Meel, & Sergeant, 2007)。

伍、結語

ADHD 兒童的心跳率較一般兒童快，可能是因為過動兒的副交感神經性較弱，促使竇房結活性增強，所導致心跳速度加快的原因。此外，過動兒的心率變異度和副交感神經活性較弱，反映出自主神經活性平衡較強。透過 HRV 的指標，檢測 ADHD 兒童的體質、情緒反應、以及面對壓力的生理反應，並將獲得的資料應用於患者的治療上，發現若能配合正確的藥物治療，能提升患者的副交感神經活性，使其注意力和情緒控制得以改善，倘若再輔以按摩和中醫針灸的治療，相信對於過動症狀的控制能產生有效且正面的效益。

參考文獻

王宗熙 (2008)。學齡前男女兒童注意力及活動量與自主神經活性相關性研究。(未出版之碩士論文)。國立陽明大

學，臺北市。

王慰祖 (2012 年 12 月 23 日)。認識注意不足過動症-幫助孩子做好情緒管理。**聯合報**，13。

林俊成 (2013 年 2 月 25 日)。孩子睡不飽當心注意力缺乏過動症。**自由時報**，D14。

吳靜麗、沈雪娥、吳豐偉、黃柏銘 (2012)。以心率變異性探討注意力不全過動兒體質。**臨床研究**，15 (1)，143-155。

陳益民 (2008)。跳繩及扯鈴運動訓練對國小學童心率變異度之影響(未出版碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。

詹元碩、何金山、吳湘涵 (2011)。注意力不足過動症兒童的心理生理機轉與運動訓練效益。**大專體育**，114，67-75。

臺北市教育局 (2010)。注意力缺陷過動症 20 問-教師實用輔導手冊。臺北市：教育局。

劉凱茹、林世澤 (2011)。按摩治療對注意力缺陷/過動症兒童/青少年的臨床效益文獻分析。**大專體育學術專刊**，100 年度，292-296。

靜進 (2006)。ADHD 兒童神經心理特徵及其矯治。**中國學校衛生**，27 (6)，461-463。

戴于芩 (2012 年 12 月 30 日)。家有注意不足過動兒-藥怎麼辦？**自由時報**，D12。

羅小兵、朱寄天 (1997)。心率變異度分析及其在體育運動中的應用。**成都體育學院**，23，69-75。

Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart Rate Variability as an Index of



- Regulated Emotional Responding. *Review of General Psychology*, 10, 229-240.
- Börger, N., Van Der Meere, J., Ronner, A., Alberts, E., Geuze, R. & Bogte., H. (1999). Heart Rate Variability and Sustained Attention in ADHD Children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 27(1), 25-33.
- Börger, N., & van der Meere, J. (2000). Motor control and state regulation in children with ADHD: a cardiac response study. *Biological Psychology*, 51(2-3), 247-267.
- Buchhorn, R., Conzelmann, A., Willaschek, C., Störk, D., Taurines, R. & Renner, T. J. (2012). Heart rate variability and methylphenidate in children with ADHD. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 4(2), 85-91.
- Lackschewitz, H., Hüther, G. & Kröner-Herwig, B. (2008). Physiological and psychological stress responses in adults with attention-deficit/ hyperactivity disorder (ADHD). *Psychoneuroendocrinology*, 33(5), 612-624.
- Luman, M., Oosterlaan, J., Hyde, C., van Meel, C. S., & Sergeant, J. A. (2007). Heart rate and reinforcement sensitivity in ADHD. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(9), 890-898.
- Khilnani, S., Field, T., Hernandez-Reif, M. & Schanberg, S. (2003). Massage therapy improves mood and behavior of students with attention – deficit / hyperactivity disorder. *Adolescence*, 38(152), 623-38.
- Negrao, B. L., Bipath, P., van der Westhuizen, D. & Viljoen, M. (2011). Autonomic correlates at rest and during evoked attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder and effects of methylphenidate. *Neuropsychobiology*, 63(2), 82-91.
- Tonhajzerova, I., Ondrejka, I., Adamik, P., Hruby, R., Javorka, M., Trunkvalterova, Z., Mokra, D., & Javorka, K. (2009). Changes in the cardiac autonomic regulation in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Indian Journal of Medical Research*, 130(1), 44-50.

