



## 分析大腦活動節律以監測個人健康之自動化技術

Rybchenko A. A., Shabanov G. A., Lebedev Yu. A., Pegova E. V.,  
Merkulova G. A., Maksimov A. L.

海參威暨馬加丹城，俄羅斯科學院遠東分院「北極」科學研究中心

翻譯：李鴻儀；校稿：黃怡瑛

俄羅斯科學院遠東分院「北極」科學研究中心之生態神經模控學實驗室深入研發一套儀器，可於個人發病初期進行診斷及治療。此儀器將人類大腦視為長期監測器官，同時尚能校正內臟與人體之運作及狀態。

此套設備之研發仰賴下列各研究，包括邊緣神經系統節段構造之生理原則，以及感覺系統互動、自體臟器、自律神經之自然活動等各項研究結果。其中自律神經在人體適應行爲、內臟與機體組織之生長發育上扮演重要角色。

中樞與邊緣神經系統中不同環節之活動節律與其在機體活動中所扮演之角色尚屬亟待深究之領域，本中心故以此為主要研究範圍，並據此概念設計儀器模型。

### 理論背景與方法

自 1940 年代起，本國生理學家致力研究內臟器官在大腦皮質層的表徵。K. M. Bykov、I. A. Bulygin、E. Sh. Airapet'yants、I. T. Kurtsin、V. N. Chernigovskii、S. S. Musyaschikovyi、N. N. Beller、I. S. Beritov、O. S. Baklavadzhyan (1947—1970 年)等學者及其他人的努力，建構出內臟受器在大腦皮質層上的對應區塊。儘管此研究領域已獲致相當成績，然而因一連串方法論及技術上的原因，其研究成果尚未實際應用於醫學診斷或治療。

隨後幾年，國內外神經生理學家投入人體自覺活動之解碼，詳細研究人體不同之分析系統與整體特質。此研究方向著重中樞神經系統之活動節律，以 M. N. Livanov、N. P. Bekhtereva、Yu. G. Kartin、A. M. Ivanitskii(1975—1998 年)及其他學者對大腦皮層活動節律之空間與時間反應研究為主。

本研究的基本概念建立在大腦刺激系統的振盪特性上。大腦刺激系統是大腦內部機能（環境與節律之替換）的慢速控制系統，同時負責外圍因素所造成之適境觸發，特別是自律神經系統。Shabanova 等人在 2005 年所做的研究中明確闡釋了大腦刺激系統的振盪模式[13]。他們區分出 840 項和諧排列且穩定之不連續中心頻率，以便對大腦活動

節律進行光譜分析。實驗顯示，窄頻濾波器之帶寬有 3% 由中心頻率組成。區分慢速控制系統活動的積分時間不少於 160 秒。

一系列研究的主要方向在探究不同頻率範圍中內臟的活動節律。接受器被視為放電頻率中的刺激器，而中樞反射環節則為頻率選擇元件或振盪器[4]。我們在這方面深入研究長積分時間中大腦生物能的窄頻濾波法，得以在腦電圖頻譜中快速刪去進行中（每秒的）「相位」異常，僅選出持久常態性（每分的）節律「重音格律」進程。最後一項特點是自律接受器與其中樞控制環節在背景活動的逐步簡化[1]。大腦非以頻率依賴機制為基礎的特異活動系統，其模式結構獲得深入研究。在該模式中，由頻率單位構成之振盪元件成為振動能量之蓄電池。頻率選擇性反饋（離心控制「渠道」）代表傳輸控制環節，同時亦確保自律神經受動器之功能 [10]。

對皮膚分析儀之各部分進行區域刺激，可標示出其在內臟敏感區之持續節律進程中獨特頻率的「屏蔽」活動。利用不同分析系統間相互影響（相互嵌合）之特性，證實身體節段部位在共同座標系統中整合（皮膚分析儀上的座標位置）的可能性；同時亦說明內臟組織之頻率特點——上述兩者為主要的感覺接受場。因此，研究者可深入探討身體節段座標系統「節段矩陣」（CM），藉此研究臟體整合之進程，並開啓對不同內臟受器之光譜特點的專門研究。「節段矩陣」的簡化與系統化原則已在俄國獲得專利[15]，透過此原則可進一步研發診斷功能系統，並對自律神經系統進行個別評估 [11]。

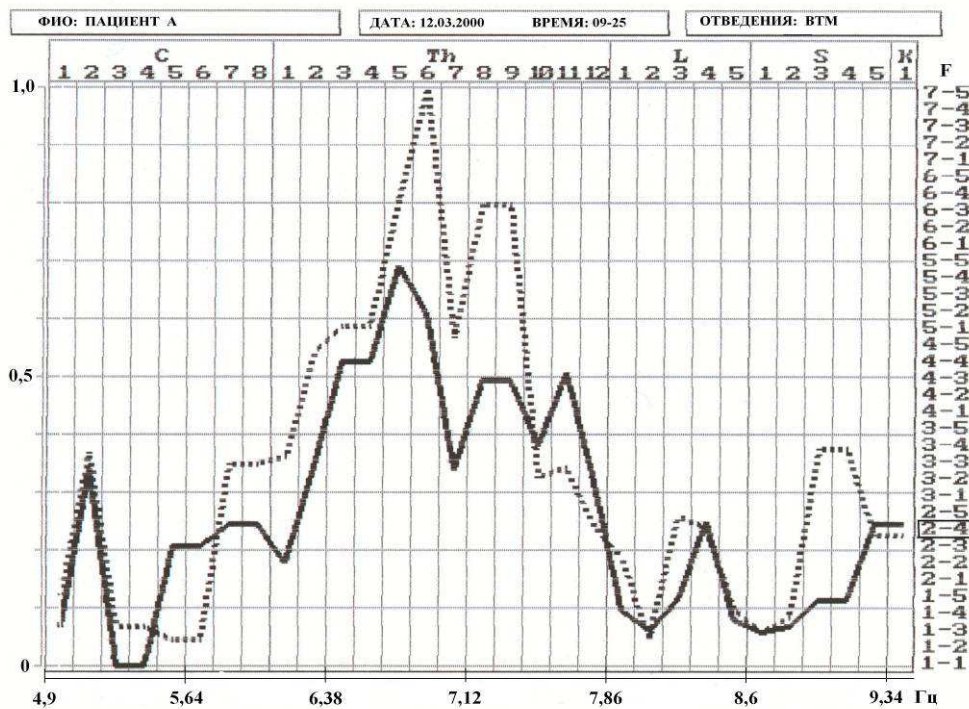
內臟受器背景活動之固定群組具有獨特的中樞頻率，而頻率矩陣之個別部分已證實與其相符。

許多學者投入自律神經系統功能之研究。早在 1910 年，Eppinger 與 Hess [19] 將所有人分成兩類（心搏快慢、血壓高低等等），著手研究交感神經過敏與迷走神經興奮。其後，Danielopulo 於 1930 年提出「交感神經與副交感興奮」之概念，藉以說明自律神經系統之兩部分的高度活動力。當個人的某一系統（如心血管）呈現交感神經亢奮，而另一系統（腸胃道）卻呈現副交感神經亢奮時，很難對自律神經系統活動力提出整體評價。根據類似研究，N. S. Chetveryakov [9] 提出「局部活動力」一詞。近數十年來，逐漸發展以運動功能法研究自律神經系統，同時對自主反應（研究自主神經變化如何因應煽動之功能測試）與自主保護（研究各活動型態的自主維護）進行區隔 [2]。根據其精密實驗，V. I. Skok 論證在離心控制「渠道」存在明顯的器官特異性，並

指出任一功能渠道的獨特活動性，例如對皮膚、骨骼肌肉或內臟器官作用之血管收縮劑[7]。

自律神經系統每一控制環節的頻率特徵證實了頻率座標系統「節段矩陣」之可行性。此矩陣有助於深入研究自律神經系統之狀態，並提出「局部節段活動力」。此法可幫助審視個體狀態，例如至「脊髓段」間心血管系統的細部功能活動，同時以相對單位估計「每一段中」腎上腺素、膽鹼能與其他反射機制的局部關係。「多重刺激」之概念獲得建立，代表腦部網狀刺激系統之振盪機制已形成，且分別大量保留邊緣效應之功能狀態與腦部中樞結構。

沿脊髓長度（在節段座標系統中）排列之局部節段活動圖在理論上有其可行性。該圖分別由控制自主活動狀態的各項反射「渠道」組成，包括平滑肌組織、動靜脈管、淋巴系統、結締組織、控制肌肉張力之膽鹼系統、內臟腺體等等（圖一）。



圖一：人體節段座標系統中控制內臟動脈反射狀態之「局部節段活動力」曲線。選擇 $\alpha$ -腎上腺素受體（F2-4）。根據UFBVI法，縱座標之光譜評價振幅的相對單位在0到1之間。虛線代表大腦左半球；實線乃為右半球。函數F2-4在橫座標上分布於由C1到K1的32節段中，其頻帶為4.9到9.34赫茲。

根據可靠之臨床資料顯示，由內臟受器不同群體之相互作用可區分內臟發炎的各階段：肌肉痙攣、缺氧、潮紅、活性炎症、紅腫、器官再生[16]。尚有研究藉以判定腫瘤與其分類之光譜鑑定。

根據局部節段活動力之狀態與反饋，例如胃酸形成之功能，開發出器官功能的質性評估法[17]。

因自律神經系統的持續活動與協同作用，身體之適應性活動得以持續。自律神經失調影響身體系統的反射及保護機制，可能導致許多身體疾病處於潛伏期。因此「多重刺激」之概念的重大實質意義在於研究內臟反射環節的局部節段活動力，而身體局部功能障礙之診斷學與病理條件為此系統之構造基礎。

上述理論與實驗結果成爲新局部功能診斷方法的基礎，亦有助於矯治人體功能障礙[12,3,5]。

I. P. Pavlov 對於內臟之功能、血管及營養神經支配提出洞見，其相對之獨立性在此技術中獲得確認。新研發的診斷系統允許針對內臟反射活動之各離心控制「渠道」進行非侵入性研究。藉由測量自律神經系統之局部節段活動力可針對內臟功能障礙進行診斷，同時在人體系統標準上評估病理條件。

### 診斷治療技術

自動化設備綜合三種醫療儀器，共同在節段矩陣座標系統之空間頻率節段運作，反映出自律神經系統周邊之構造圖解及內臟體整合之基本原則（圖二）：

- 局部診斷內臟病源之電腦繪線儀「DgKTD-01」可藉由量化健康狀態、應變機制、功能障礙診斷及人體病理條件快速篩選病患（註冊號 No. FS 022a2003/0121-04 自 2004 年 8 月 5 號起）。
- 大腦生物能活動節律分析儀「MEGI-01」可深入診斷並說明中樞神經系統中病灶之頻譜（頻率）座標；
- 功能反應校正儀「ANKF-01」矯治身體功能障礙及低強度電磁場所造成之不良特質（註冊號 No. FS 022a2005/2792-06 自 2006 年 2 月 8 號起）。



圖二：診斷治療儀之軟硬體外觀

模擬大腦之診斷設備分析功能，即由內感受器分析上游訊息；同時具有矯正與控制功能，意指產生離心矯正。此技術的主要概念在於協助人體之自我療癒過程；同時在嵌入控制迴路後，排除器官產生功能障礙與結構變化之可能性。

根據局部功能診斷之結果，校正儀具有下列功能：複製大部分藥理製劑的作用；減緩特定病灶所受之刺激（或抑制）；透過腦半球間相互配合，加強（或減弱）窄頻帶中大腦激活系統之振動能；將健康大腦的神經運動邏輯導入病患體內。

自動化設備乃一封閉循環：功能障礙診斷－狀況矯治－控制。此技術可長期監測病患健康、導入預防與矯治措施、建立原始診斷治療資訊資料庫、發給個人及團體健康證明書、提交報告並進行維護[3,6,8]。

為評估病患健康狀況，DgKTD-01 與 MEGI-01 診斷儀計算下列三項係數：VI—自律神經指數，評估中樞神經活動機制中交感神經與副交感神經之相互關係；IN—壓力指數，包括交感控制狀態與身體非特異活動（外在壓力、壓力、活動、訓練）之水平；IIZ—個人健康指數—不同反射層面上（從頸椎到尾骨）修補控制損傷的程度。三種係數可即時建構出健康水準狀態圖與壓力適應機制[18]。

個人健康監測技術易於進行診視，不需花費太多時間、屬非侵入性且具高度精確可靠性。自動化設備之功能包括進行特定診視及規劃並控管預防措施，此技術可運用在健康中心、預防及復健醫學辦公室、療養院及水療中心，甚至家庭醫生亦可藉此監督並矯治個人及團體的健康狀況[6,8]。

## 文獻

1. Varbanova A. Интерорецепция и тонус мозга //Успехи физиологических наук.1982.Т.13.- №3.- С.82-96.
2. Вейн А.М., Соловьева А.Д. Патологические вегетативные синдромы //Физиология вегетативной нервной системы. 1981.Л. Наука. -С.668-744
3. Каминский Ю.В., Приходько В.Н., Рыбченко А.А., Шабанов Г.А. Мониторинг здоровья жителей Приморского края. Концепция, технология, реализация // Тихоокеанский медицинский журнал. 1998. Владивосток. Дальнаука. - №1. -С.6-13.
4. Кратин Ю.Г. Принцип фильтрации и резонансной настройки циклических нервных контуров в теории ВНД //Успехи физиол.наук.1986. Т.17. - №2. -С.31-55.
5. Лебедев Ю.А., Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л. Влияние слабых электромагнитных полей на ритмическую структуру электрической активности головного мозга // Сб. XX Съезд физиологического общества им. И.П.Павлова. Москва. 2007. -С.304.
6. Рыбченко А.А., Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А., Пегова Е.В., Меркулова Г.А., Максимов А.Л. Автоматизированная технология мониторинга индивидуального здоровья здоровых людей на основе программно-аппаратного комплекса «Лучезар»// Сб. «Новые технологии восстановительной медицины и курортологии (физиотерапия, реабилитация, спортивная медицина). Матер. XII международного симп. 29 сентября -6 октября 2007г. Италия». – Москва. – 2007. -С.81-82.



7. Скок В.И., Иванов А.Я. Естественная активность вегетативных ганглиев. 1989. Киев. Наук. думка. -176С.
8. Технология мониторинга на базе комплекса ДгКТД-01 при проведении предварительных и периодических медицинских осмотров медицинских работников. Методические рекомендации/ Меркулова Г.А., Рыбченко А.А., Шепарев А.А., Шабанов Г.А., Пегова Е.В.- Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. – 32с.
9. Четвериков Н.С. Лекции по клинике вегетативной нервной системы. 1948. М. Медгиз. Вып.1. -240С.
10. Шабанов Г.А., Маркина Л.Д., Рыбченко А.А. Спектральный анализ реакции электрической активности коры большого мозга человека на локальное раздражение кожного анализатора//Образование и медицинская наука XXI века.2000.Владивосток. ВГМУ. -С.16-18.
11. Шабанов Г.А. План строения тела в спектре интегральной ЭЭГ// Сб. XVII Съезд Физиологов России. Ростов-на-Дону. 1998.-С.302.
12. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А. Спектральный анализ ритмической активности головного мозга в топической диагностике заболеваний внутренних органов//Сб. XVIII Съезд физиологического общества им. И.П.Павлова. 2001. Казань. -С.268-269.
13. Шабанов Г. А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л. Модель активирующей системы пространственной организации биопотенциалов головного мозга : теоретическое и экспериментальное обоснование // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2005. – № 1. – С. 49-56.
14. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л. Исследование ритмической структуры глобальной составляющей биопотенциалов головного мозга //Сб. XX Съезд физиологического общества им. И.П.Павлова. Москва. 2007. - С.478-479.
15. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А. Патент RU № 2217046 С1 от 25.12.2001г.
16. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Пегова Е.В., Меркулова Г.А. Патент RU № 2321340 С1 от 4.07.2006г.
17. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Шабанова Н.Г. Патент RU № 2315554 С1 от 26.07.2006г.
18. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л., Лебедев Ю.А. Патент RU № 2391046 С1 от 21.10.2008г.
19. Eppinger H. De Vagotonie. Sammlung beim Abhandlung uber Pathologie und Therapie. 1910. Hrsg.von G. Noorden.Berlin. 67P.