

圧受容器反射をもちいた自律神経機能の評価

山元 敏正¹⁾

要旨：圧受容器反射 (BR) をもちいた自律神経機能検査について解説した。I. 起立試験：BR を介して交感神経が賦活され、下垂体後葉からアルギニン・バゾプレシンが分泌される。II. 心拍・血圧変動の周波数解析：心拍変動の高周波成分は副交感神経機能を反映し、低周波成分は BR 機能の指標となる可能性がある。血圧変動の低周波成分は交感神経機能を反映することが示唆されている。III. Valsalva 試験による圧感受性検査：血圧と RR 間隔の相関から BR 機能をみたものである。IV. 心拍数・血圧の相関：心拍数・血圧の相関は中枢自律神経線維網内の障害の質的差を反映する可能性がある。

(臨床神経 2014;54:1034-1037)

Key words：圧受容器反射, 圧感受性検査, 起立性低血圧, 周波数解析, 心拍数・血圧の相関

はじめに

圧受容器反射をもちいた自律神経機能検査は臨床の分野で広く利用されている。本稿では圧受容器反射の生理学的機序と代表的な自律神経機能検査法を解説し、各自律神経疾患における自律神経機能検査の成績について述べる。

I. 圧受容器反射 (Fig. 1)¹⁾

動脈圧受容器反射と心肺圧受容器反射がある。体位変化や薬物負荷などによる血圧変化は動脈圧受容器から迷走神経や舌咽神経の求心路を介して脳幹の血管運動中枢に達する。血圧が低下すると求心路の活動が減少するために血管運動中枢は賦活され、交感神経に対して興奮性に作用する。その結果、血管壁の交感神経終末からノルアドレナリン (NA), 副腎髄質からはアドレナリン (Adr) が分泌されて血圧が維持される。静脈還流が低下すると、肺静脈や心房にある低圧受容器を介して求心路迷走神経活動は低下する。この情報が脳幹から入力されて視床下部に達すると、下垂体後葉からアルギニン・バゾプレシン (AVP) が分泌され、血管収縮や循環血漿量を増すように作用する。交感神経節後線維の障害では、安静時血漿 NA は低値で起立による増加は欠如、交感神経節前型障害では安静時血漿 NA は正常であるが、起立後の NA 増加は欠如する。圧受容器求心路障害では AVP の増加は不良となる。

II. 起立試験

健康者に head-up tilt をおこなうと、圧受容器反射が働いて血圧は維持され、心拍数は増加する。血漿 NA は安静時の 1.5~2 倍となり、血漿 AVP は 10 分以上の起立でわずかに上昇する。

起立により、収縮期血圧が 20~30 mmHg, 拡張期血圧が 10~15 mmHg 以上下降するばあいを起立性低血圧と診断する。1) 神経調節性失神：起立中、急に徐脈となり、血圧が下降する。著明な収縮期血圧低下に比較し拡張期の血圧低下は少なく、脈圧が小さくなるのが特徴である。血漿 Adr と AVP が著増する。2) 体位性頻脈症候群：起立後、血圧は維持されるが、心拍数が 30/min 以上増加し持続する。典型例では収縮期血圧は軽度低下、拡張期血圧は上昇する。3) パーキンソン病：起立性低血圧を呈するばあい、起立後に NA は増加しないが、Adr と AVP は増加する。本症では原則的に圧受容器求心路は保たれる²⁾。4) 多系統委縮症：起立性低血圧をとまなうばあいには、起立後に NA, Adr と AVP は増加しない²⁾。5) 純粋型自律神経不全症：著明な起立性低血圧を生じ、NA は起立前後ともに低値、血漿 AVP は起立後に増加する。本症の起立後 NA や AVP の変化はパーキンソン病に類似する。

III. 心拍・血圧変動の周波数解析

心臓へ行く迷走神経活動は呼吸中枢からの干渉と心肺圧受容器反射を介して呼吸変動が生じ、それが心臓に伝わって心拍変動の高周波成分となり、副交感神経機能を反映する。交感神経の活動にも呼吸変動はあるが、交感神経系は 0.15 Hz 以上の心拍変動を心臓には伝達しないので、0.15 Hz 以下の低周波成分のみが心臓には伝わる。この低周波成分は交感神経の指標とされていたが、圧受容器反射の影響を受けるので、近年では圧受容器反射機能の 1 つとして考えられている³⁾。収縮期血圧には 10 秒周期に変動する Mayer 波がみられる。これは筋交感神経活動と相関があり、交感神経の指標となることが示唆されているが、異論もある。血圧変動の高周波成分は自律神経機能との関連はない。交感・副交感神経機能が低

¹⁾ 埼玉医科大学神経内科 [〒 350-0495 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷 38]
(受付日：2014 年 5 月 22 日)

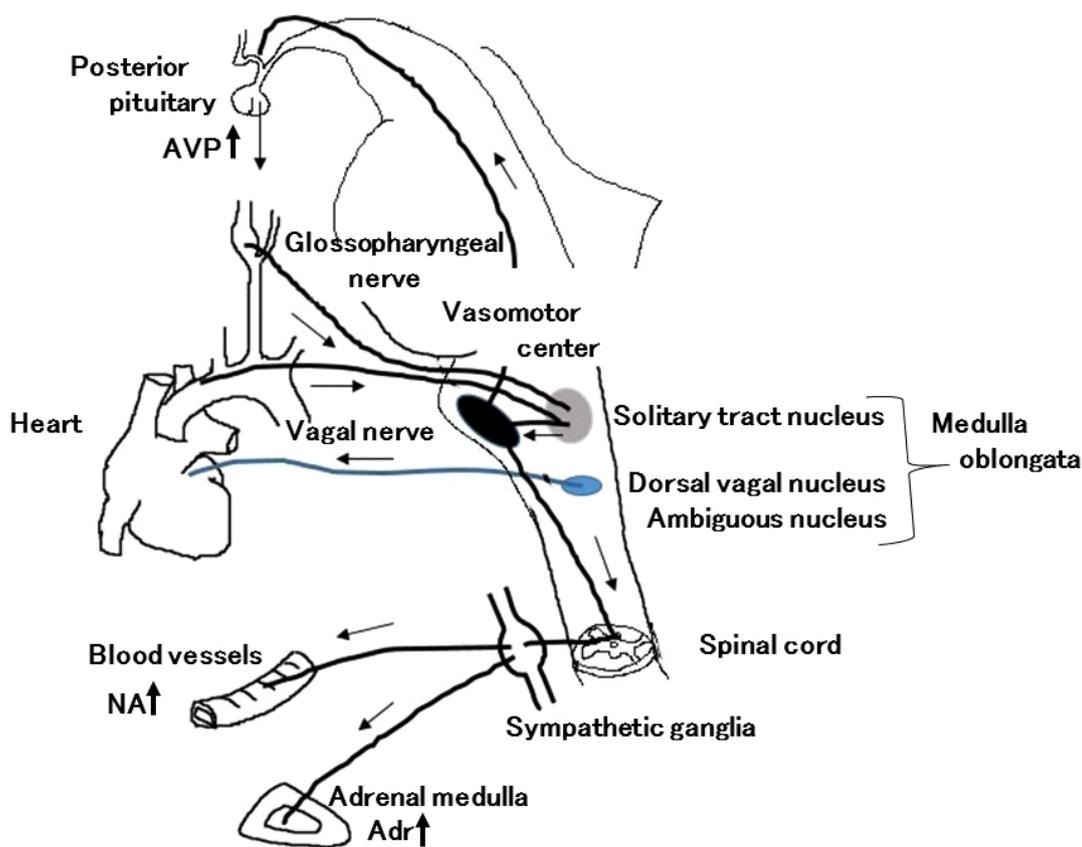


Fig. 1 The atrial baroreceptor reflex arc (Modified from reference)¹⁾.

Sympathetic nervous function is activated and arginine-vasopressin is released through unloading of baroreceptor reflex.

下する疾患では心拍変動と血圧変動の低周波成分と心拍変動の高周波成分は低下する。しかし交感神経機能が亢進する筋萎縮性側索硬化症や急性期脳梗塞などでは、心拍変動と血圧変動の低周波成分は交感神経機能を反映しない可能性が指摘されている⁴⁾⁵⁾。

IV. Valsalva 試験による圧感受性検査

深吸気をおこなった後、努責を 30~40 mmHg の圧で 10~15 秒間実施し、その後直ちに努責を辞めて普通の呼吸をさせる。その時の血圧と心拍数の変化を自律神経機能の指標とする。本試験における第 I 相から第 IV 相までを Fig. 2 に示した⁶⁾。I 相は努責の初期で、血圧と心拍数が上昇するが、これは機械的機序で自律神経の関与はない。II 相は胸腔内圧上昇とともに静脈還流が減少し、血圧は低下する。それを代償する形で頻脈が生じる。III 相は瞬間的に血圧が低下するが、これは努責解除による左室後負荷と胸腔内血管の拡大による。IV 相は血圧上昇と徐脈が出現する。努責の解除により、心拍出量が増大しもとに戻るが、収縮した末梢血管がもとに戻るのに時間がかかり、血圧が上昇する。この血圧上昇が圧受容器を刺激し、副交感神経活動は増大して徐脈がおこる。Oka ら⁶⁾は Valsalva 試験における第 II 相と IV 相の最大血圧の前の 5 つ

の収縮期血圧と各 R-R 間隔の相関係数を求め、その値を圧感受性検査の指標としている (Fig. 2b)。発症早期の未治療 PD では第 VI 相の圧感受性は正常であるにもかかわらず、第 II 相ではすでに低下していたことから、彼らは早期 PD では迷走神経よりも先に洞結節に向かう交感神経機能が低下すると述べている。また Goldstein らも第 II 相と VI 相における血圧と各 RR 間隔の相関係数を求めて圧感受性を算出し、パーキンソン症候が出現する 4 年前前から圧感受性と PET による心臓交感神経の障害が生じていた 1 例を報告⁷⁾した。圧感受性検査により、パーキンソン病では起立性低血圧が生じる前の自律神経障害が軽微段階で圧受容器の機能障害を把握できる可能性がある。

V. 心拍数・血圧の相関計測

著者らは、同じ中枢自律神経線維網の障害により交感神経機能が亢進する急性期脳梗塞や筋萎縮性硬化症などの疾患において、各疾患によりその心拍数・血圧の相関はことなることを報告⁸⁾した。この成績から、血圧・心拍数の相関は中枢自律神経線維網内における障害の質的差を反映する可能性がある。

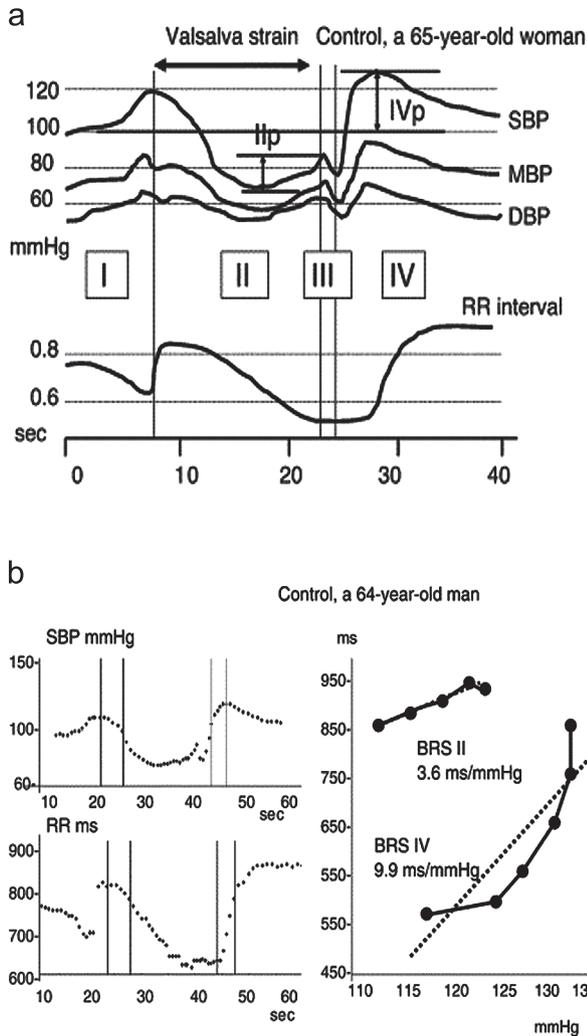


Fig. 2 Valsalva Maneuver(a) 6), Baroreceptor sensitivity (b)⁶⁾. (a): Blood pressure and RR interval changes during Valsalva maneuver in a control subject. The upper figure shows systolic (SBP), mean (MBP), and diastolic pressure (DBP). The lower figure shows RR intervals. Iip indicates the increase of SBP in the late second phase, and IVp the overshoot of SBP in the fourth phase. (b): Measurement of baroreceptor sensitivity using the Valsalva maneuver in a control subject. In the left figure, the upper part indicates the systolic blood pressure, and the lower part RR intervals. BRS II and BRS IV were measured from the significant correlation ($r > 0.8$) of the RR interval with systolic blood pressure during the second and fourth phase the Valsalva maneuver.

The relationship was calculated between the systolic blood pressure and the following RR interval five beats before the peak systolic blood pressure. As shown in the right figure, slopes of the systolic blood pressure and RR intervals were used to calculate BRS II and BRS IV. The solid line indicates the data points, and the dotted line linear interrelationship for BRS calculations.

おわりに

血圧を維持させるための圧受容器反射の機序と代表的な自律神経機能検査法を解説した。自律神経疾患にこれらの検査を実施することで、各疾患の病態が明らかになり、治療にも有用となる。自律神経のスクリーニング検査として、少なくともベッドサイドで起立試験を実施するように心掛けていただきたい。

※本論文に関連し、開示すべきCOI状態にある企業、組織、団体はいずれも有りません。

文 献

- 1) 山元敏正. 自律神経機能検査. 臨床検査 2013;57:1105-1112.
- 2) 山元敏正, 三宅晃史, 木村俊紀ら. 起立性低血圧を伴うパーキンソン病では副腎の交感神経と圧受容器求心路機能は保たれる. 自律神経 2011;48:251-257.
- 3) Moak JP, Goldstein DS, Eldadah BA, et al. Supine low-frequency power of heart rate variability reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervation. Cleve Clin J Med 2009;76 Suppl 2:S51-59.
- 4) 阿部達哉, 田村直俊, 山元敏正ら. 血圧・心電図RR間隔変動の周波数解析とその臨床的意義. —Head-up tilt, 生理的加齢および急性期脳梗塞の影響に関する検討—. 自律神経 2001;38:20-25.
- 5) 内藤清香, 田村直俊, 山元敏正ら. 神経変性疾患の交感神経機能評価における心拍・血圧変動スペクトル解析の問題点. 自律神経 2003;40:517-522.
- 6) Oka H, Yoshioka M, Morita M, et al. Cardiovascular dysautonomia in de novo Parkinson's disease. J Neurol Sci 2006;15:241:59-65.
- 7) Goldstein DS, Sharabi Y, Karp BI, et al. Cardiac sympathetic denervation preceding motor signs in Parkinson disease. Cleve Clin J Med 2009;76 Suppl 2:S47-50.
- 8) 山元敏正, 田村直俊, 内藤清香ら. 中枢自律神経線維網の機能評価における心拍数・血圧の相関計測の有用性. —筋委縮性側索硬化症, 急性期脳梗塞およびGuillain-Barré症候群における検討—. 自律神経 2005;42:283-287.

Abstract

The evaluation of autonomic nervous function by assessing baroreceptor reflex

Toshimasa Yamamoto, M.D., Ph.D.¹⁾

¹⁾Department of Neurology, Faculty of Medicine, Saitama Medical University

The autonomic nervous functional tests assessing baroreceptor reflex (BR) were described. I. Head-up tilt test: Sympathetic nervous function is activated and arginine-vasopressin is secreted through the BR. Orthostatic hypotension is induced by BR dysfunction. II. Spectral analysis of heart and blood pressure: High-frequency power in R-R interval variability indicates parasympathetic function and low-frequency power may reflect BR function. Low-frequency power in blood pressure may indicate sympathetic nervous function. However, spectral analysis of them can not detect a sympathetic nervous hyperfunction. III. Baroreceptor sensitivity during the Valsalva maneuver: Baroreceptor sensitivity is obtained from the correlation of systolic blood pressure and RR interval. It decreases in early stage of Parkinson's disease. IV. Correlation of heart rate and blood pressure: The correlation of them may reflect qualitative differences in the central autonomic dysfunction.

(Clin Neurol 2014;54:1034-1037)

Key words: baroreceptor reflex, baroreceptor sensitivity, orthostatic hypotension, spectral analysis, relationship between heart rate and blood pressure
