

バロスタット法

大和 滋 天野智文 上原広嗣 真坂 彰

Barostat procedures

Shigeru Yamato, Tomohumi Amano, Hirotsugu Uehara, Akira Masaka
Division of Gastroenterology, National Center of Neurology and Psychiatry,
Kohnodai Hospital

Abstract

Barostat is equipment for studying smooth muscle tone and sensory thresholds in the gastrointestinal (GI) tract. The principle of it is to maintain a constant pressure within an air-filled bag positioned in the lumen of the GI tract to be studied. Patients with irritable bowel syndrome (IBS) have been shown to have lower pain thresholds by barostat. Barostat would be one of the key procedures for studying pathophysiology in patients with IBS, although this method should be further standardized.

Key words: irritable bowel syndrome (IBS), barostat

はじめに

バロスタット法は、消化管機能検査法の一つであり、消化管の伸展性(コンプライアンス)と知覚閾値の測定が可能な検査法である。バロスタットは、空気の流入を自動的に制御し、常に一定の圧が負荷されるように設計された装置である。実際には、バロスタットに接続したバルーンを消化管内に挿入し、設定した圧における空気の流入量により伸展性を評価し、また圧を適宜上昇させ、被験者が感じる疼痛により知覚閾値を測定するものである。近年、過敏性腸症候群 (IBS) において知覚閾値に関する検討が進んでおり、バロスタット法が過敏性腸症候群の病態生理の解明に果たした役割は大きい。

本稿ではバロスタット法の概要と、実際の使用法について述べる。

1. バロスタットとは

バロスタットとは‘バロ’と‘スタット’の合成語であり、文字通り‘圧’が‘一定’に負荷されるように、空気の流入と流出がコンピューターにより制御される装置である。バロスタットに接続したバルーン(あるいはバッグ)を対象となる消化管内に挿入し、この部位の伸展性と、知覚閾値の測定を目的とする。バロスタットは圧を感知するトランスデューサーと、空気を送出・吸引するポンプから構成されており、バルーン内の圧を一定に保つために、消化管が収縮したときにはバロスタットはバルーン内の空気を吸引し、消化管が弛緩した際には空気をバルーン内へ流入させるようコンピューター制御されている(図1)。バロスタット法では設定した圧に対する流入した空気量を指標に、消化管の伸展

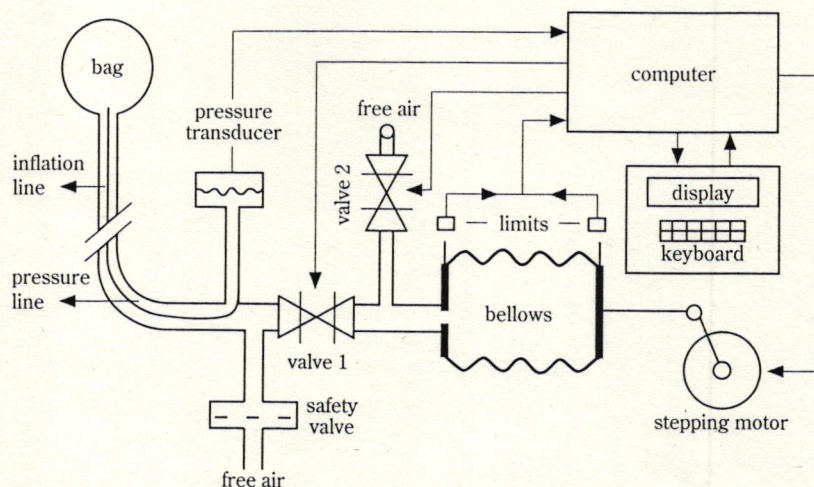


図1 バロスタットの構造(文献³⁾より引用)

性が評価できる。また、設定した圧を消化管内腔に負荷し、被験者の主観的な感覚を聞くことにより、被験者の消化管伸展刺激に対する知覚閾値の測定が可能となる。バロスタット法は臨床的には主に、①胃底部の適応性弛緩の測定、および②直腸あるいはS状結腸における伸展刺激に対する知覚閾値の測定に用いられている。

消化管の伸展刺激に対する疼痛閾値を測定する方法として、以前は消化管内に挿入したバルーンを伸展させ、その容量を指標としていた。しかし同じ容量でも、消化管の伸展性、バルーンの容積、形状、材質などにより伸展刺激の強度は異なり、より再現性のある定量的な指標が求められていた。このような状況から、1985年 Malagelada らにより、圧を設定する現在のバロスタットの原型が考案された^{1,2)}。現在はバロスタットとして、G & J Electronics 社(トロント, カナダ)の Distender II が製品として市販されている(図2)。

バロスタット法は、装置が高価であること、検査法が簡便でないこと、そして何よりも一般の日常臨床において本検査の必要性が必ずしも認められていないことなどから、特殊な検査法として位置付けられ、我が国においても一部の施設でのみ使用されているのが現状である。

一方、近年過敏性腸症候群をはじめとする機

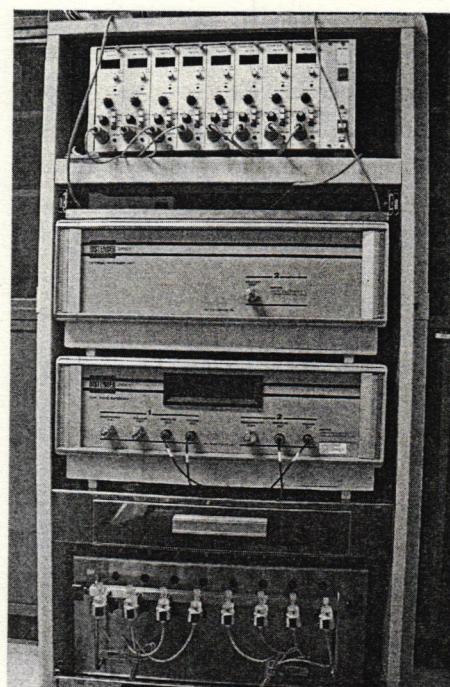


図2 バロスタット法のための検査機器
中央の2段がバロスタット(G & J Electronics 社製 Distender II)。

能性消化管障害に対する関心が高まりつつあり、消化管における知覚の生理学的、病態生理学的検討や薬効評価を目的とし、動物実験においても数多くバロスタットが用いられている。動物

実験において、一定の消化管伸展刺激が負荷できる利点はあるが、問題点は人と異なり、疼痛を訴えないことである。このため、疼痛の指標として脈拍、血圧、心電図、呼吸数、そして腹直筋の収縮を筋電図により評価する方法などが用いられている。

2. バロスタットによる知覚閾値測定の実際

前述のようにバロスタット法は必ずしも一般的な検査法ではないが、本特集である過敏性腸症候群に対しては、知覚閾値の測定が可能な点から、重要な位置を占める検査法となる。ただしバロスタット法自体も、バルーンの容量や材質、圧を負荷するプロトコルなどが標準化されておらず、Whiteheadらのワーキングチームにより、推奨する方法が提示されている³⁾。以下に直腸の知覚閾値を測定する実際の方法を概説する。

まず、使用するバルーンは、薄いポリエチレン製で、その最大径は測定する消化管の最大径よりも十分大きいことが推奨されている。実際の直腸測定用には300-500mlのバルーンが用いられる。ここではバルーンという用語を用いているが、実際には薄く弾力性のない材質で、かなり大きな容量のものが用いられる。バルーンに接続するカテーテルは、圧を感知するものと、空気の流出入のための2つのルーメンから成る(図3)。

次に圧を負荷するプロトコルであるが、段階的に圧を上昇させていく方法と、間欠的に圧を負荷する方法に大きく分けられる。同一の圧を複数回にわたり負荷し、知覚あるいは疼痛を確認することがより信頼性の高い検査法となるが、段階的に圧を上昇させていく方法では、2回目以降の圧負荷において被験者が疼痛を予測し、前回よりも低い疼痛閾値となる可能性がある。これに対し、間欠的にかつランダムに圧を負荷し、疼痛閾値を測定する方法は、比較的再現性があり、同一の圧負荷の回数も少なくてもよいとされる。また間欠的に圧を負荷する場合に、1分間以上の圧負荷と1分間以上の休止期

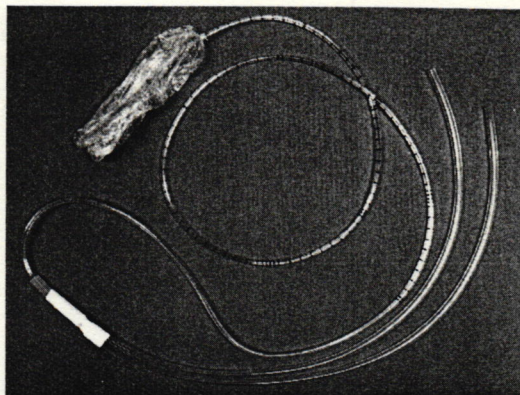


図3 バロスタットのための直腸用カテーテルとバルーン

が必要とされる。いずれの圧負荷のプロトコルも市販のバロスタットには設定されており、検査の目的や被験者の状況に合わせ選択することが可能である。

最後に被験者の主観的な疼痛の報告に関して、検査の精度を上げるためには、疼痛があるかないかの二者択一ではなく、例えば5段階法やvisual analog scale(VAS)など疼痛の程度を段階的に報告することが推奨されている。

3. バロスタットによる過敏性腸症候群の病態生理の検討

1973年Ritchieにより、消化管内でバルーンを膨らませると、過敏性腸症候群患者では少ない容量で疼痛を感じることが報告された⁴⁾。これ以降、数多くの検討により、過敏性腸症候群の病態生理の一つとして、消化管の疼痛閾値の低下が指摘されている。最近までの報告を総合すると、過敏性腸症候群患者の50-70%において、疼痛閾値の低下が存在している⁵⁾。近年の報告ではバロスタットが用いられる例が多く、バロスタットが過敏性腸症候群の病態生理の検討に寄与しているといえよう。更に最近の研究では食事により更に知覚閾値が低下することなども示唆されている。

一方、過敏性腸症候群患者において、心理的要因が知覚閾値を低下させることが示されている。過敏性腸症候群患者は心理的ストレスを受

けやすい状況にあり、知覚閾値が低下していることが、果たして過敏性腸症候群の病態の本質としてよいのか、疑問を呈する意見もある⁶⁾。

したがって、バロスタット法を用いて、疼痛閾値の低下が過敏性腸症候群の診断基準となるか否かは、更なる検討を要すると思われる。

おわりに

バロスタット法につき概説した。日常臨床上

一般的な検査法ではないが、過敏性腸症候群に対する知覚閾値の検討においては、現在のところこの方法が主要なものとして用いられている。今後も消化器の臨床において、過敏性腸症候群に代表される機能的消化管障害は重要度が増すと思われ、消化管の感覚・疼痛という観点からの検討は更に必要となることが予想される。現在のバロスタット法が更に進化し、より安価な装置による簡便な検査法の開発が望まれる。

■ 文 献

- 1) Azpiroz F, Malagelada JR: Physiological variation in canine gastric tone measured by an electronic barostat. *Am J Physiol* 248: G229-237, 1985.
- 2) Azpiroz F, Malagelada JR: Gastric tone measured by an electronic barostat in health and postsurgical gastroparesis. *Gastroenterology* 92: 934-943, 1987.
- 3) Whitehead WE, et al: Standardization of barostat procedures for testing smooth muscle tone and sensory threshold in the gastrointestinal tract. *Dig Dis Sci* 42: 223-241, 1997.
- 4) Ritchie J: Pain from distension of the pelvic colon by inflating a balloon in the irritable colon syndrome. *Gut* 14: 125-132, 1973.
- 5) Drossman DA, et al: AGA Technical review. *Gastroenterology* 123: 2108-2131, 2002.
- 6) Whitehead WE, Palsson OS: Is rectal pain sensitivity a biological marker for irritable bowel syndrome: Psychological influences on pain perception. *Gastroenterology* 115: 1263-1271, 1998.