

Selected Article

一般論文

唾液緩衝能測定装置 チェックバフ™

野村 聡

HORIBAは、個人差のある唾液の緩衝能をハンディ型pHメータを利用して簡便に計測できる装置を開発した。個人の酸緩衝能を評価するために、東京医科歯科大学と協力し、むし歯外来を訪れた患者116名の唾液に、酸溶液を少量ずつ滴下して混合した時のpH変化を測定し酸緩衝能曲線を得た。HORIBAは、この緩衝能評価実験を簡素化して、歯科医の診察室で簡便に使用できるように、一定量の酸滴下時のpH値で唾液緩衝能を測定する装置「チェックバフ™」を世界に先駆けて実用化した。チェックバフは、患者から採取した唾液をハンディ型pHメータのセンサ上にのせ、初期pH値を測定。その後、酸溶液を唾液に滴下して混合し、混和後の最終pH値を読み取り、唾液酸緩衝能を評価するものである。

はじめに

HORIBAは、歯科医向けの唾液緩衝能測定装置チェックバフ™を世界に先駆けて実用化した。近年、歯科医の役割が「発症したむし歯を治療すること」から「むし歯の発生を未然に防ぎ、一生歯を健全に維持させること」にシフトしつつある。また「仮に発症して治療する場合でも、できる限り自然な状態を維持すること」も重要視されている。このような新たな発想での歯科治療を実践するためには、むし歯発生の原因に立脚した測定を行い、その測定結果に応じた適切な予防処置を行うことが重要である。その測定内容として、唾液の性状や口の中に存在するむし歯原因菌の数を調べる方法が広まりつつある。チェックバフは、むし歯の発症を防ぐために必要な測定の中でも非常に重要な唾液緩衝能を、一般開業歯科医の診察室において簡便でかつ迅速に測定できるものである。本稿では、歯科治療の現状と其中でのチェックバフの役割、チェックバフの測定原理と構成、使用方法などについて述べる。

歯科における唾液緩衝能測定の意義

むし歯は、口の中に存在するむし歯原因菌が飲食のたびに供給される炭水化物を摂取して酸を産生し、その酸が歯を溶解させることにより引き起こされる。一方で、我々の唾液には、産生された酸の力を弱める緩衝能が備わっており、この緩衝能が我々の歯をむし歯の発生から守っている。ところが緩衝能は個人差や年齢差があり、その大小がむし歯発生に寄与するファクタの一つとなる。このため、歯科医院における唾液の緩衝能評価は、患者のむし歯発生の可能性を予測する上での重要な参考情報となり、歯科医院において患者をむし歯にさせないための予防処置を想定する一助となり得る。仮にむし歯にかかってしまった患者に対しても、治療期間中や治療後において再発防止策を検討する上での一助となりうる。

唾液緩衝能の測定法と臨床評価例

緩衝能は、一定の試料に対し一定量の酸又はアルカリを加えた時にpHの値がどのように変化するかを測定することで、定量的に評価を行うことができる。むし歯発生の視点では、唾液の酸に対する緩衝能を測定するので、一定量の唾液に一定量の酸を滴下した時にpHの値がどのように変動するかを測定すればよい。

このような測定は、研究室レベルでは半世紀以上前からpH色素やpHメータを用いた測定例が報告され、その重要性が認識されてきた。しかし、これらの測定例はあくまで比較的少量の唾液を採取して、実験器具や計測機器が整った環境で化学実験のスキルを有する研究者が行うことを前提としたものであり、歯科医の診察室での測定を想定したものではなかった。そこで、HORIBAは、東京医科歯科大学の協力のもと、ハンディ型pHメータを用いて、患者の唾液緩衝能をその場で測る方法を検討し、下記の実験を行った。

この実験では、東京医科歯科大学歯学部附属病院むし歯外来を訪れた患者116名の唾液に、酸溶液を少量ずつ滴下して混合し、その時のpH値を測定し、酸の滴下量に対するpHの変動を示す酸緩衝能曲線を求めた(図1)。用いたハンディ型pHメータは、センサ上で唾液と酸溶液を混合しながら測定ができる形状になっているので、一定量の唾液をセンサ上にのせて測定した後、酸溶液を10 μ l滴下・混合してpHを測定する操作を容易に繰り返すことができる。得られた酸緩衝能曲線から、患者によってより少ない酸の滴下で変曲点を示す場合と、より多い酸の滴下でも変曲点を示さない場合に分かれることが確認され、個人の緩衝能に応じた酸緩衝能曲線を得られることが確認できた。

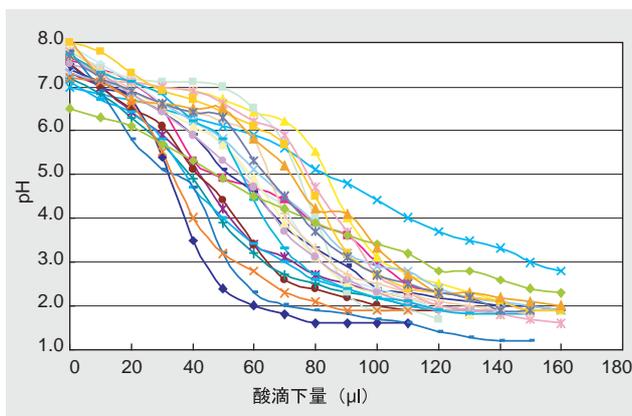


図1 酸溶液を滴下、混合した時の唾液pHの変動
東京医科歯科大学 田上順次教授 ご提供

チェックバフの開発コンセプトと構成

チェックバフは前項で述べた緩衝能評価実験を、より簡便に歯科医のチェアサイドで実現できるように開発した測定装置である。まず、測定方法自体を上述の酸緩衝能曲線を得る方法から更に簡素化し、一定量の酸滴下時のpH値を測定し、その時のpH値の大小で唾液緩衝能の大小を定量的に評価することとした。種々の検討の結果、一定量の唾液を採取して一定量の酸を滴下、混合し、その時の値が5.8以上を示す場合には緩衝能が高い、4.8以上5.8未満の場合には緩衝能は中程度、4.8未満の場合には緩衝能が低いと判定するようにした。開発に際しては煩雑な化学実験要素をできるだけ排除し、簡便な操作でできる限り正確な測定ができることに重点を置いた。また、装置並びに付属品のデザインや、取り扱い説明資料におけるデザインは、歯科において「測る」ということが、できる限り患者にとって身近に感じられるように配慮した。また、患者向けの説明資料には、「唾液緩衝能」という専門用語を「唾液の力」と表現するなど、歯科における計測の普及に寄与する配慮を徹底した。

装置の構成は、pHの測定にはハンディ型pHメータを改良したのを用い、一定量の唾液採取や一定量の酸液の滴下のためには次に述べる付属品をセットとして付属させている。まず、唾液の採取には、化学実験的な要素を排除するためにスポイト感覚で使える簡易ピペットを開発し、使いきりのピペットチップを付属させた。酸溶液の滴下には、酸溶液を1回の評価に必要な分量をボトルに充填し検査ごとに酸滴下量の調整が不要となるようにした。この酸溶液には、「むし歯は、歯に対して酸の負荷がかかって生じるもの」といったイメージを想像できるように、「酸負荷液」という名称をつけた。この他にも、歯学的な見地から必要とされている唾液分泌を促す味のないガムと、唾液の分泌量を平行して計量できるメスシリンダを付属させた(図2)。



図2 チェックバフの構成

チェックバフによる検査の手順

チェックバフによる唾液緩衝能測定の手順を述べる。まず、患者に唾液採取用ガムを5分間噛ませて唾液を採取する。唾液を付属のメスシリンダに吐き出させ、5分間にどれだけの唾液が溜まったかを計量する。唾液量の測定は、緩衝能評価とは別にむし歯予防のための検査で広く行われているもので、チェックバフでも唾液を採取する過程で共通で実施できるようにした。次に、付属の唾液採取用ピペットを用いてサンプル唾液をハンディ型pHメータのセンサ上にのせ、初期pH値を測定し記録する(図3(a))。この、初期pHを測定することも、チェックバフの特徴と言える。というのも、初期pHを示した上で、後述の酸混合後のpH値を示すことで(図3(b)(c))、測定内容や唾液の役割をより患者に説明しやすくなるからである。その後、酸負荷液を開封しセンサ上の唾液に滴下して混合する。30秒混和後の最終pH値を読み取り、この値にて各患者の唾液酸緩衝能(3段階:強い、普通、弱い)を評価する。別売の振とう器を用いる場合は、あらかじめ装置本体を振とう器に載せた状態で上記の操作を行う。

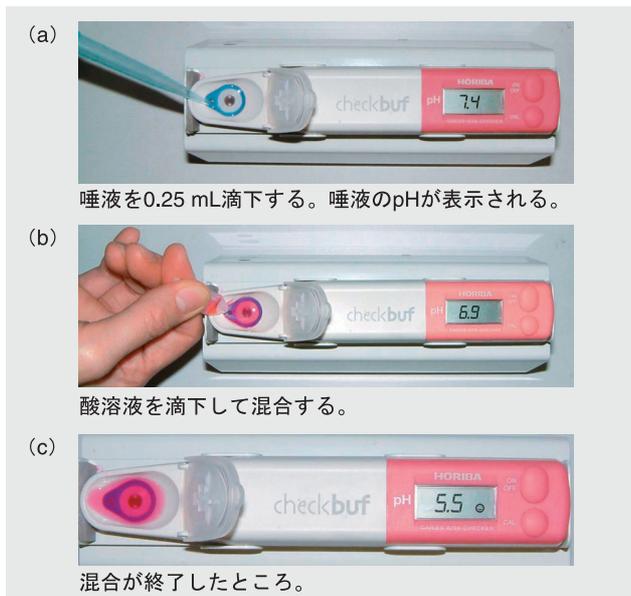


図3 チェックバフによる唾液緩衝能の評価方法

チェックバフと既存法との比較

これまで歯科医における唾液緩衝能評価は、酸溶液を染みこませたpH試験紙(以下、緩衝能ストリップス)が用いられてきたが、緩衝能ストリップスでは、呈色の境界領域では緩衝能の判定に使用者が迷う他、唾液の性状や滴下の仕方によって呈色が異なるなど、使用者を煩わせ、かつ、正確な評価を妨げる要因があった。チェックバフでは、pHメータの改良と付属品の工夫により、これらの

問題をクリアし簡便ながらもデジタル表示で正確な評価を実現した。また、チェックバフは、緩衝能ストリップスよりも検査コストを大幅に抑えられるように、徹底的に低コスト化を図っている。なお、チェックバフは、唾液緩衝能の判定結果が、緩衝能ストリップスでの判定結果と同じになるように酸負荷液を調製しており、表1に示すように、両者の間に良好な一致が見られることも確認されている。このため、既に緩衝能ストリップスを用いた評価を導入していた歯科医院でも、容易にチェックバフへ置き換えることが可能である。

表1 緩衝能ストリップスとチェックバフの相関

緩衝能ストリップス 呈色	緩衝能ストリップス 緩衝能判定	チェックバフ 検査値	チェックバフ 緩衝能判定
青	強い	6.5	強い
青	強い	6.4	強い
青	強い	6.4	強い
青	強い	6.4	強い
青	強い	6.4	強い
青	強い	6.1	強い
青	強い	5.9	強い
青	強い	5.9	強い
青	強い	5.9	強い
青	強い	5.8	強い
青	強い	5.8	強い
青	強い	5.8	強い
青	強い	5.8	強い
青	強い	5.7	普通
緑	普通	5.9	強い
緑	普通	5.7	普通
緑	普通	5.7	普通
緑	普通	5.7	普通
緑	普通	5.4	普通
緑	普通	5.2	普通
緑	普通	4.9	普通
緑	普通	5.1	普通
緑	普通	5.0	普通
緑	普通	4.9	普通
緑	普通	4.7	弱い
緑	普通	4.5	弱い
黄	弱い	4.8	普通
黄	弱い	4.7	弱い

チェックバフの今後の展望

以上述べてきたように、既に緩衝能ストリップスを用いた評価を導入していた歯科医院でも容易にチェックバフへ置き換えることが可能である。また、これまで唾液の測定を実施していなかった歯科医院でも、チェックバフを導入することで、歯科医院としての予防に対するポリシーを確立すると共に、来院患者に予防の重要性を認識させようという事例もある。

またチェックバフで採用したハンディ型pHメータについては、これまでもHORIBAにおいて身近な液体のpHを測定できることをセールスポイントとしてきたが、むし歯予防の観点から身近な液体測定を、学校教育の現場などに活用することも可能である。図4に、理科や保健教育を兼ねたチェックバフの実験例を挙げる。

おわりに

チェックバフは、診察室の患者の目の前で唾液緩衝能評価を実施でき、かつ、結果をその場で見せられることから、患者に“測ること”に対する興味をわかせる、むし歯予防への動機づけを行うことが可能である。このような装置は、冒頭で述べた歯科医の役割がシフトしてきた今日では、非常に重要なツールになるものと考えられる。また、歯科医の診察室のみならず、理科や保健教育を兼ねた活用など、チェックバフのむし歯予防への貢献がますます期待されるものと思われる。

1 センサにスポーツ飲料を載せてpHを測定



pH3.6で酸性を示します。

2 そこに、水道水を、ほぼ同じだけ追加します。



ところが、pH 3.6でほとんど変わりません。

3 今度は、**1**と同じようにスポーツ飲料をセンサに載せた後、唾液を同じ量だけ追加します。



どうでしょう。唾液が入ったスポーツ飲料のpHはなんと、5.5 pHまで戻りました。

唾液には、このように酸性から中性の方に戻す力*があります。
* “唾液の質”と説明される場合もあります。

液体	固形物
スポイトなどでセンサに載せます。(約1cc) 例) 飲料水・醤油・ジュース等々	スポイトなどでセンサに載せます。 例) 梅干・レモン・りんご・刺身等々 (水分が必要です)
フレッシュミルク 6.8 pH	梅干 2.3 pH

梅干の様な非常に酸性の強いものを見て唾液が自然に出てくるのは、一刻も早く口の中のpHを中性に戻そうと本能的な、反応かもしれませんね！

※本実験の後には、センサを十分に水で洗浄してください。。

図4 チェックバフを使った唾液の実験例



野村 聡

Satoshi Nomura

開発センター
MEMS プロジェクト
マネージャー
博士(工学)