

第31回小児保健セミナー 最近の話題

歯科保健 up to date

—唾液の機能—

渡 部 茂

I. 唾液クリアランス

安静時、口腔内には毎分平均約0.3mlの唾液が分泌されています。毎分0.1ml以下になると口腔乾燥症と診断されます。子どもの場合(15歳未満)では、唾液分泌は唾液腺の発育程度に依存するので、若干成人より少なく5歳児の報告で、毎分約0.25ml程度と報告されています。その唾液は顎下腺、耳下腺、舌下腺唾液の混合ですが、安静時では顎下腺唾液が多く約70%、耳下腺唾液が約25%(両側)です¹⁾。

ヒトの口腔はサイフォンに例えられます。容器の中に給水した水が一定ラインに達すると自然に排水が起こり、容器が空になると再び給水が始まる、あのサイフォンです。しかしヒトが嚥下を行っても多少は口腔に唾液が残るので、サイフォンの排水口は容器の底ではなく、少し上についています(図1)。すなわち何か口に入れると、唾液が分泌されてすぐ嚥下(排水)

が起こり、残った唾液の上にまた唾液が分泌され嚥下が起こる、というように、嚥下を境にした分泌と希釈のサイクルが延々と繰り返されて、口腔内は次第に浄化されていきます。

II. 口腔内の唾液量

このサイクルが口腔環境にどのように影響しているのでしょうか? 嚥下直前の口腔に停滞する唾液量(Vmax)、嚥下直後の口腔に残留する唾液量(Resid)そして1回の嚥下量を求めました。その結果、健康な成人では平均すると、Residは約0.77ml(5歳児では約0.38ml)、Vmaxは約1.07ml(同約0.50ml)、1回の嚥下量は約0.3ml(同約0.2ml)でした。Vmax、Residが平均値より多いと、唾液による希釈は遅くなることがコンピューターでシュミレーションされています。唾液分泌速度が遅くなると、このサイクルの回転が遅くなり、口腔内はむし菌や口臭の蔓延しやすい環境に変わっていきます。

口腔内に分泌された唾液はフィルム状になって口腔内をゆっくりと移動します。その間に細菌や汚れは唾液中に拡散して、やがて嚥下されることにより、口腔外に排出されます。排出された唾液を試験管に取って遠心すると底1/4ぐらいにヘドロのようなものから、口腔環境の維持に唾液が重要な働きをしていることがわかります。分泌と排出のサイクルは女性の方が男性より悪いとの報告³⁾があります。唾液クリアランス率に関わると思われる因子は表に示しました。

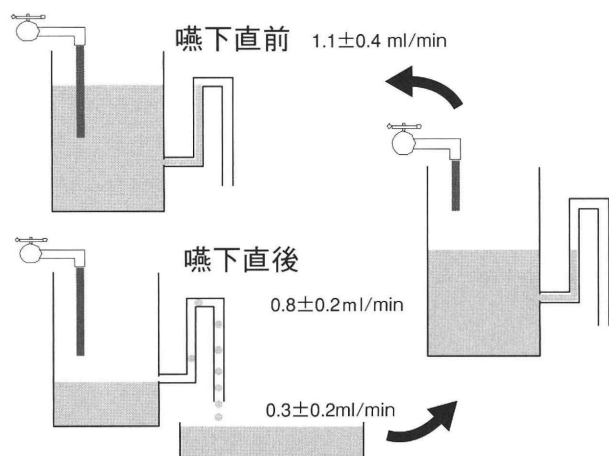


図1 生理的嚥下を考慮した安静時の口腔内唾液量

表 唾液クリアランス率に関わるとされる因子

- 安静時唾液量
- 生理的嚥下直前の口腔内唾液量
- 生理的嚥下直後の口腔内唾液量
- 1回の生理的嚥下で飲み込む唾液量
- 摂取する砂糖の量
- 刺激唾液量
- 砂糖に対する味覚閾値
- 味覚の順応

Ⅲ. 口腔内部位特異性

1. 唾液到達量

口腔に分泌された唾液は口の中全体に等しく行き渡っているわけではありません。一定濃度の標的物質（カリウム）を寒天に含ませたホルダーを、口腔内各部位に一定時間放置後、その寒天中カリウム濃度が1/2に減少する時間（Half-time）を比較すると、最も濃度が低くなる部位（唾液の到達量が多い部位）は下顎前歯部舌側面で、最も濃度が高い部位（唾液の到達量が少ない部位）は上顎前歯部唇面となります（図2）⁴⁾。哺乳瓶う蝕（図3）がなぜ上顎前歯部に発生するか、

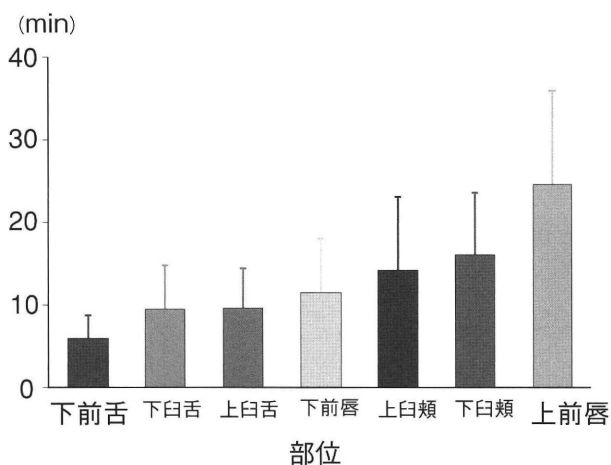


図2 安静時における Half-time



図3 哺乳瓶う蝕

哺乳瓶でジュース、スポーツドリンクなどを飲む習慣があると、写真のように上顎前歯部唇面にのみう蝕が多発する。

哺乳瓶で飲んだ後、多くの子どもは寝てしまい、寝ると唾液の分泌が少なくなり、特に上顎前歯部の唾液による洗浄作用がほとんど行われなくなるために、このような特徴的なう蝕が発生する。

唾液中 Ca の沈殿によって生じる歯石がなぜ下顎前歯部に多いのか、これらはこの唾液到達量の違いによって説明がつきます。

2. 口腔内 pH

唾液量が異なればその部位の pH も異なるはずで、舌尖刺激によって耳下腺唾液分泌速度を増加させた時の上顎第一大臼歯頬側面の pH 変化をモニターすると（図4）⁵⁾ pH は分泌速度にやや遅れて変化していることがよくわかります。唾液 pH は主に唾液中の重炭酸塩濃度によって影響を受けます。この重炭酸塩は分泌量に依存して変化するため、分泌速度が増すと pH も上昇します。

次に口腔内2ヶ所に設置したアンチモン電極により各部位の pH の変化を同時測定した結果を図5⁵⁾に示しました。唾液クリアランス率の異なる上顎第一大臼歯頬側面（UPB）、上顎中切歯唇側面（UAB）を測定部位として、15分間の安静状態後、酸性清涼飲料水（pH3.1）15ml で洗口させた後の pH を同時測定し

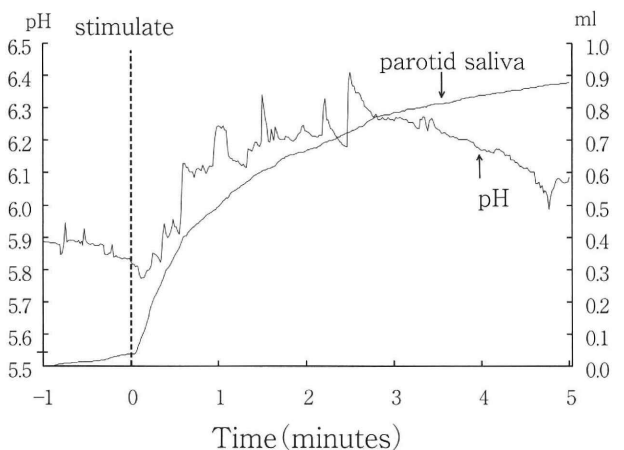


図4 舌尖刺激による耳下腺唾液分泌速度と上顎臼歯部頬側面における pH の変化

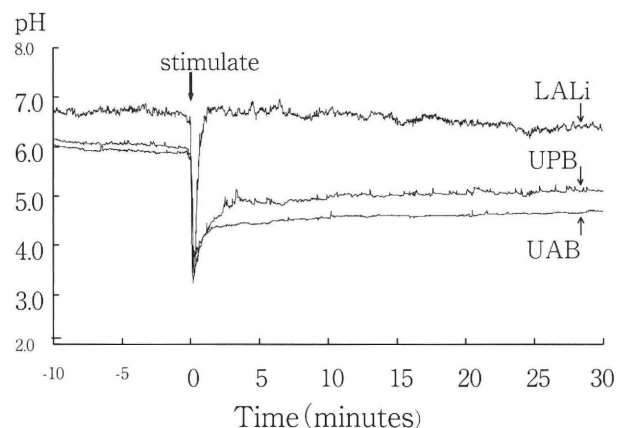


図5 糖液洗口による口腔内各部位の pH の変化

ました。その結果、刺激後の変化はそれぞれの部位で異なる回復を示し、LALiにおいては数秒で安静時のpHに回復しましたが、UABは洗口後30分では元のpHに回復しませんでした。UPBはpHの回復が良好でしたが、これは耳下腺からの刺激唾液の影響によるもので、一方、UABには唾液が自然には到達しないことを示しています。本実験は洗口後口唇、舌の動きを禁じたままで（嚥下は可）安静を保ちましたが、実際の生活上では舌や口唇が動くことによる影響でpHの回復はこれより早まると思われます。

IV. 口腔内 pH の変化

各被験者に対し、上顎中切歯唇側面（UAL）および上顎第一大臼歯頬側面（UPB）に、pH センサーを装着し、両部位における長時間モニターを行いました。

覚醒時のモニタリング（図6, 7）では、9:00（朝食後）～17:00までの日常生活下の口腔内唾液 pH を1分間隔で自動測定しました（測定中の会話・嚥下などは禁止せず、水以外の水分摂取を禁止し、昼食中のデータ（12:00より1時間）は除外）。その結果、UAL の pH は UPB に比べ高い傾向を示しました。また UAL, UPB とともに午前では時間の経過とともに pH の上昇傾向が認められ、午後は緩やかな下降傾向

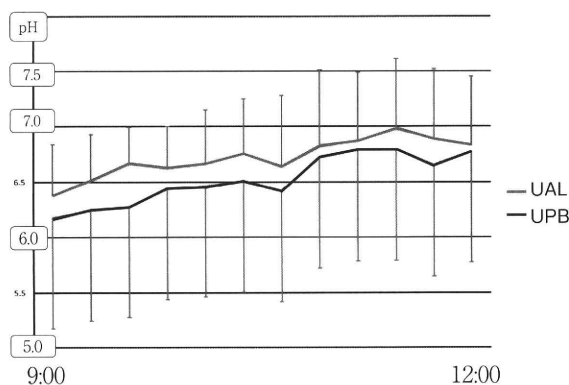


図6 午前中の pH

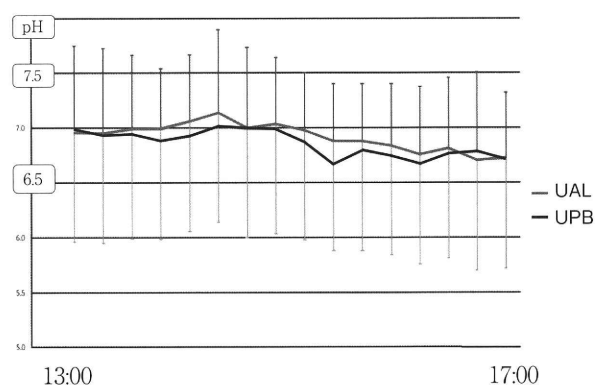


図7 午後の pH

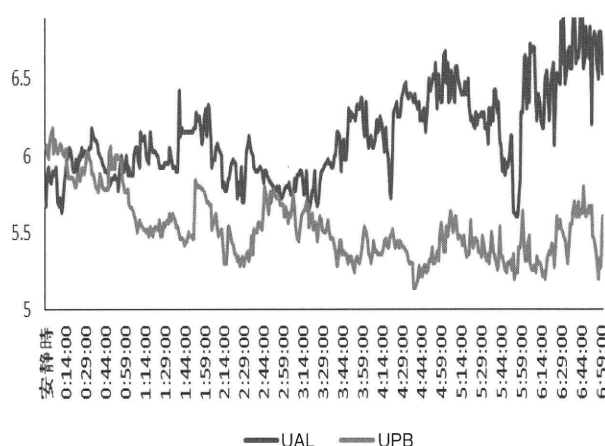


図8 睡眠中の pH

が認められました。この結果は唾液分泌速度の日内変化¹⁾の影響を受けていることを示唆しています。

睡眠時のモニタリング（図8）では、0:00に就寝させ7:00起床までのpHを同様の方法により1分間隔で自動測定しました。その結果、睡眠前の安静時唾液 pH は全被験者で UPB が UAL より高い値を示しましたが、睡眠直後より UPB は徐々に下降しました。UAL は一時 pH の低下がみられましたが、その後上昇する傾向を示し、UAL の方が UPB より高い状態となり起床時まで続きました。この結果は覚醒時の結果と合わせて考えると、pH センサーは、UAL では常に上唇粘膜に触れているために、小唾液腺の影響を受けていることを示唆しているものと思われます。特に睡眠中は唾液腺からの唾液分泌がほとんど期待できない代わりに、口腔粘膜に広く分布する小唾液腺が活躍していることが考えられます。

V. 脱灰・再石灰化と唾液

口腔内において白斑がよく形成される部位は上顎前歯部、小臼歯部の唇頬側面ですが、この部位の特徴として唾液の到達度が悪く（図2）、したがって唾液の移動するスピードも遅く、pH も低い環境にあります。白斑というのは長期にわたってプラークの影響を受け、表層は唾液などからのミネラルの供給で耐酸性が良いために脱灰を免れますが、酸が浸透した表層下においては、脱灰と再石灰化のせめぎ合いの状態であることを示しています。ここで有効に働くのは歯質中の微量元素ですが、エナメル質外から唾液、フッ化物などが援護射撃的に供給されること（あるいは更なる酸の攻撃）で再石灰化は優勢（劣勢）に進行することになります。このような蝕の初期脱灰の診断と治療は再石灰化療法といい、歯を削らない治療として最近臨

床で行われるようになってきました。この療法を成功させるためには、徹底的な唾液による pH コントロールとフッ素の供給が欠かせません。

VI. 酸性飲料飲用後の口腔内

リン酸カルシウムであるアパタイトは、ほとんどの清涼飲料によって脱灰します。世界で一番飲用されている100%オレンジジュースに浸漬した牛歯エナメル質を μ CTで観察すると、わずか数分でミネラルが減少しています。しかし口腔内では飲用後多量の唾液が分泌され(図9)、pHは臨界 pH (エナメル質が脱灰し始める pH5.5付近)より下がっていません(図10)⁶⁾。このようなことから、日常オレンジジュースのような低 pH 飲料を飲んでもエナメル質の脱灰が進行することは少ないですが、睡眠前の飲用、習慣的飲用、あるいは口腔乾燥症などで唾液が不足している場合には注意が必要です。

刺激唾液分泌速度は基本4味(塩, 甘, 苦, 酸)中、酸による刺激がもっとも強力で、おそらく最大刺激と思われるクエン酸溶液260mmol/lで平均 7.07 ± 2.16 ml/minにも達します⁷⁾。一方、食物咀嚼刺激では、7種の代表的な食物を咀嚼して分泌速度を測定した研究で、平均4.0ml/min。そのうち咀嚼運動、粘膜の食圧刺激はわずかで、味覚刺激による分泌が平均80%を占めていました⁸⁾。1日の総唾液分泌量は教科書など多くの書物に1.5L程度との記載を目にしますが、それを裏

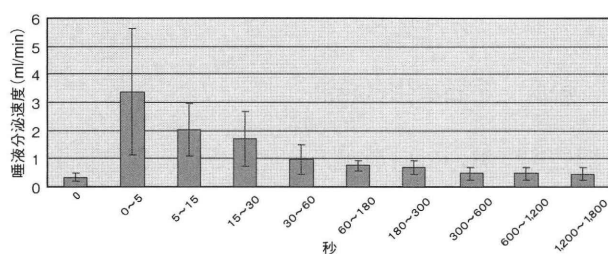


図9 100%オレンジジュース嚥下後の全唾液分泌速度の変化

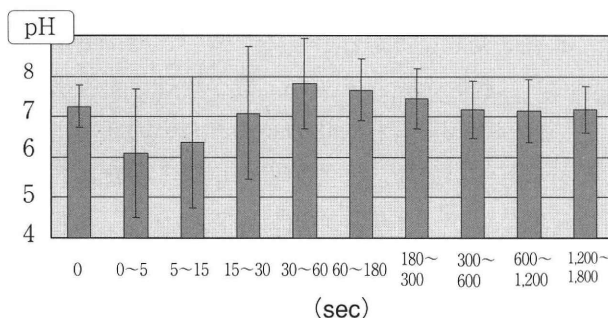


図10 100%オレンジジュース嚥下後の各区分における全唾液 pH の変化

付ける論文は存在しません。文献にはいずれも1L未満(500ml, 750ml, 5歳児で550ml)⁹⁾の報告があります。

VII. 終わりに

以上、唾液が口腔環境をどのように regulate しているか、これまでの研究の一端について解説しました。複雑な変化をしていると考えられる口腔ですが、個人の唾液分泌、生理的嚥下などについては精密機械を思わせるような規則性の下に粛々と営まれており、その上に立って、口腔環境は維持されていることが次第に明らかになりつつあります。

文 献

- 1) 渡部 茂監訳. 唾液—歯と口腔の健康—. M Edgar, C Dawes, D'O'Mullane. Saliva and Oral Health. 第3版. 医歯薬出版, 2008.
- 2) Watanabe S, Dawes C. Salivary flow rate and salivary film thickness in five-year-old children. J. dent. Res 1990; 69: 1150-1153.
- 3) Lagerlof F, Dawes C. The volume of saliva in the mouth before and after swallowing. J. Dent. Res 1984; 63: 618-621.
- 4) Watanabe S. Salivary clearance from different regions of the mouth in children. Caries Res 1992; 26: 423-427.
- 5) Suzuki Y, Watanabe S. The influence of saliva on pH changes in the mouth. J. Pediatr. Dent 2003; 13: 89-93.
- 6) Takahashi S, Watanabe S, et al. Suppressive effects of saliva against enamel demineralization caused by acid beverages. Health 2011; 3: 742-747.
- 7) Watanabe S, Dawes C. The effects of different foods and concentrations of citric acid on the flow rate of whole saliva in man. Archs. Oral Biol 1988; 33: 1-5.
- 8) Watanabe S, Dawes C. A comparison of the effects of tasting and chewing foods on the flow rate of whole saliva in man. Archs. Oral Biol 1988; 33: 761-764.
- 9) Watanabe S, et al. Estimation of the total saliva volume produced per day in five-year-old children. Archs oral Biol 1995; 40: 781-782.