

唾液の緩衝能について -ステファンカーブに及ぼす影響-

35200014 小野寺 摩耶 35200058 光石 歩莉
指導教員 渡部 茂

キーワード：唾液，緩衝能，ステファンカーブ

【緒 言】

Stefan は 1945 年、プラーク中の細菌が糖を消費する現象を初めて pH でとらえた 4)。この現象は以後ステファンカーブとして、現在までう蝕予防のバイブルとして臨床に用いられてきている。一方、Jenkinns は唾液中重炭酸塩の緩衝作用を初めて報告し、唾液の持つ重要なう蝕予防作用を明らかにした。すなわちこの重炭酸塩濃度は唾液分泌速度に依存し、速度が遅い（安静時唾液）と pH は低く、速い（刺激唾液）と高くなり、酸性下で起こる歯の脱灰を阻止する働きを有することが示されている。重炭酸塩による緩衝能の働きは明らかにされているが、ステファンカーブにおいてどのような影響を及ぼすかについては報告がみられない。

本研究の目的は、ステファンカーブの現象を利用して、安静時唾液と刺激唾液の緩衝能の差を明らかにすることである。

【対象および方法】

被験者は健康な成人 6 名を対象とした。

（実験 A）

1 被験者の安静時唾液を 3 分間採取し、安静時唾液の分泌速度と pH を計測した。

2 同被験者の歯面よりプラークを一定量(1 白金耳) 採取する。

3 pH メーターセンサー部に 10%砂糖水を 1ml 挿入し pH を計測する。

4 プラークを pH メーター内にある砂糖水に

加え、pH を計測する。

5 さらに安静時唾液を 1ml 加え、0 分として測定を開始する。

B

1 被験者のパラフィンワックス 1 秒に 2 回咀嚼による刺激唾液を 3 分間採取し、刺激唾液の pH の計測をする。

2 A と同様に pH センサーに糖液、プラーク、を加え、それぞれの pH を計測する。

3 刺激唾液を 1ml 加え、0 分として測定を開始する。

C 唾液ではなく、蒸留水を A、B と同様に用いてコントロールとする。(7.2 pH)

D

1 砂糖水 1ml にプラークを 1 白金耳加える。

2 コンクール F(ウェルテック株式会社)を規定通りである水 25ml と本剤 5 滴を滴下しよくかき混ぜた液体を 1 滴加える。

3 0 分から 40 分間の pH を計測する。

【結 果】

1. A の安静時唾液の結果を図 1 に、安静時唾液の分泌速度を図 2 に示す。

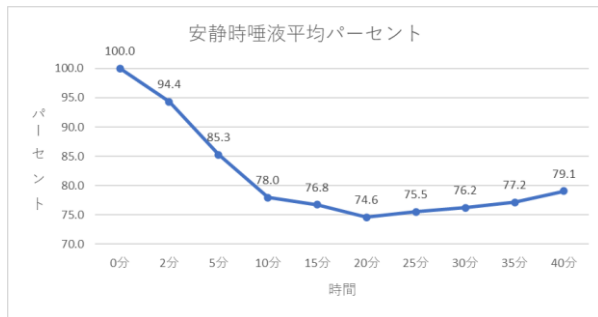


図 1 安静時唾液の結果

安静時速度	1分	pH
A	0.209	7.2
B	0.066	6.5
C	0.433	6.9
D	0.189	7.0
E	0.313	6.8
F	0.564	7.1
平均	0.296	6.92
標準偏差	0.165	0.227

図 2 安静時唾液分泌速度

1) 安静時唾液の結果 (図 1)

砂糖水とプラークに安静時唾液を加えたときの pH の数値が個人別で異なったため、0 分を 100 パーセントとして低下率を観察した。方法 A の実験に使用した砂糖水の平均 pH が 7.6 であった。砂糖水にプラークを加えると、その時点で平均 7.2 まで pH が下がった。そこに安静時唾液を加え、0 分として計測を開始し 0 分から 10 分の間に数値の変動が大きく平均 100 パーセントから 78.0 パーセントまで pH の低下率が観察された。個人別では数字の変わらない時間もあったが、平均では 20 分まで下がり続けた。臨界 pH の 5.4 を 20 分の時点で下回り、25.4 パーセントの低下率となった。20 分以降では、平均 4.5 パーセントの pH の上昇が観察された。

2) 安静時唾液分泌速度 (図 2)

1 分間の安静時唾液分泌速度の平均は 0.296 であった。pH の平均は 6.92 であった。標準偏差は 1 分間の安静時唾液分泌速度では 0.165 となり

pH では 0.227 であり、t 検定の結果において有意差が認められた ($t < 0.05$)。1 分間の安静時唾液分泌速度で最も量が多い対象者の数値は 0.564 であり、最小量は 0.066 であった。最大 pH は 7.2 となり、最小 pH は 6.5 となった。

2. B の刺激唾液の結果を図 3 に、刺激唾液の分泌速度を図 4 に示す。

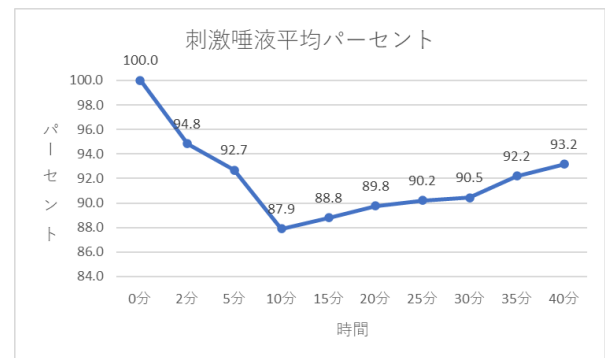


図 3 刺激唾液の結果

刺激唾液	1分	pH
A	1.823	7.3
B	3.996	7.4
C	1.896	7.3
D	2.310	7.4
E	4.093	7.4
F	4.587	7.6
平均	3.118	7.4
標準偏差	1.133	0.100

図 4 刺激唾液分泌速度

1) 刺激唾液の結果 (図 3)

方法 A の安静時唾液時と同じように pH の数値が個人別で異なったため、0 分を 100 パーセントとして低下率を観察した。方法 B の実験に使用した砂糖水の平均 pH は 7.7 であった。砂糖水にプラークを加えると、その時点で平均 7.3 まで pH が下がった。そこに刺激唾液を加え、0 分として計測を開始し、方法 A の安静時唾液と同じように 0 分から 10 分まで下がり続け、平均 100 パーセントから 87.9 パーセントまで pH の低下率が観察された。10 分の低下率 12.1 パーセントを

最下点とし、それ以降は数値の変動が全く観察されない対象者もいた。10分以降は、平均5.3パーセントのpHの上昇が観察された。

3) 刺激唾液分泌速度 (図4)

1分間の刺激唾液分泌速度の平均は3.188であった。pHの平均は7.4であった。標準偏差は1分間の刺激唾液分泌速度では1.133となりpHでは0.100であり、t検定の結果において有意差が認められた($t < 0.05$)。1分間の刺激唾液分泌速度で最も量が多い対象者の数値は4.587であり最小量は1.823であった。最大pHは7.6となり、最小pHは7.3となった。

3. ABを比べるコントロールの結果をCとし、図5に示す。

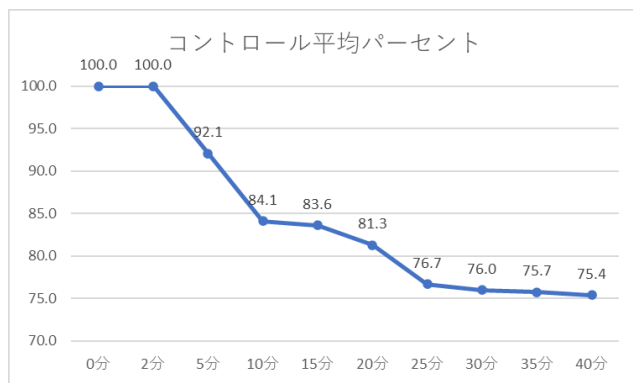


図5 コントロール平均パーセント

方法Cで砂糖水とプラークに蒸留水を加えた時のpHの数値が個人別で異なったため、0分を100パーセントとして低下率を観察した。砂糖水にプラークを加え安定した時点を0分として40分間経過を観察した。40分まで低下し続けたため、40分が最下点となった。低下率は24.6パーセントであった。

4. DのコンクールFを用いた結果を図6に示す。

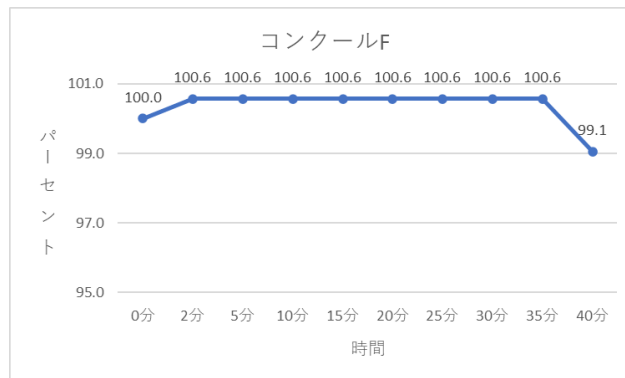


図6 コンクールFの結果

方法Dで砂糖水とプラークに規定量に希釈をしたコンクールFをスポイトで1滴加え、安定した時点を0分として40分間経過を観察した。1名が2分の時点でpHが0.2上昇する結果となったため、低下率を平均にすると100パーセントを超える部分があった。それ以外対象者では、0分から35分までpHが個人別で一定であった。40分で1名、pHが0.5低下したため最終的な低下率は、0.9パーセントとなった。

【考 察】

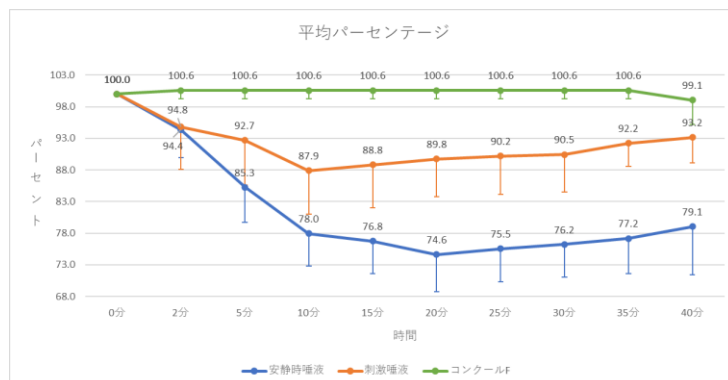


図7 安静時、刺激、コンクールFの比較

唾液緩衝能には唾液pHを維持する働きがあり、酸産生によるpHの下降を抑える働きがある。ヒト1日のうちで口腔内は圧倒的に長く安静時唾液の状態に置かれているにもかかわらず、安静時唾液緩衝能は低い状態にあると仮説を立てた。そこで、安静時唾液と刺激唾液の緩衝能の差を観察することによって糖がある状態でのプラークの酸産生が口腔内でどの程度抑制されているのかを知ることを目的とした。また追加実験として、唾液の緩衝能だけではなくコンクー

ル F の殺菌作用を用いてプラークの酸産生が抑制できるのかを観察した。先行研究では、安静時唾液と刺激唾液それぞれのステファンカーブは例が見られなかった。本研究では、安静時唾液と刺激唾液の緩衝能の差を明らかにし、数値を出すことでステファンカーブを作成した。そして、細菌の酸産生を抑制するという点でコンクール F を用いた実験を行い、唾液との比較を行った。

安静時唾液と刺激唾液の双方に砂糖水とプラークに唾液を加え、計測を開始する時点で pH の差が認められたため、比較を行いやすくするため 0 分の時点をも 100 パーセントとして低下率をみると有意な差が認められた。それだけではなく、刺激唾液では唾液を加えた時点での pH が安静時唾液よりも高くなった。最下点でも臨界 pH である 5.4 以下にはならなかった。しかし、安静時唾液では臨界 pH を下回る結果となった。このことから、刺激唾液はう蝕抑制に効果があると考えられる。

安静時唾液と刺激唾液を比較すると、2 分の時点では 0.4 パーセントの差異が認められた(図 7)。この時点では安静時唾液、刺激唾液の双方の働きに差がないと考えられる。5 分以降では、約 10 パーセントの差異が観られたことから刺激唾液に多く含まれている重炭酸塩の働きが活発になったと考えられ、安静時唾液と刺激唾液の pH の差が広がったことが考えられる。最も低下率の差が大きい時間は 20 分で 15.2 パーセントであった。その後はどちらも徐々に pH が上昇しているが安静時唾液では 4.5 パーセント、刺激唾液では 3.4 パーセントであったが、重炭酸塩の量の違いにより刺激唾液の方が 0 分からの pH の低下率が低かった。また、20 分以降にどちらも pH の上昇が観られたことから、pH メーターに加えた砂糖水の代謝をプラークが終えたと考えられる。その後の pH の上昇率が刺激唾液の方が少なかったが 5 分の時点で既に重炭酸塩が働いていることから、40 分間の結果として pH の低下率

の差がないと考えられる。また、それぞれの分泌速度から刺激唾液は安静時よりも約 10 倍の分泌量が増加した。pH は約 0.5 上昇した。これは咀嚼により重炭酸塩濃度が増加したと考えられる。

唾液とコンクール F を比較すると、唾液では pH が低下していることに対して、コンクール F では pH の低下がほとんど見られなかった(図 7)。コンクール F にはグルコン酸クロルヘキシジンの殺菌作用があることから、プラーク内の細菌に対しても殺菌作用の効果が現れたと考えられる。また、pH メーターで計測を行ったため口腔内と同様の自浄作用はなく、プラークとクロルヘキシジンが同じ場所に留まり続けたため 35 分経過してもコンクール F の作用が働いたことが考えられる。口腔内では自浄作用によってコンクール F の成分が流れてしまうためこのような長い時間での効果は見られないことも考えられる。コンクール F と比較して唾液は重炭酸塩が少ない安静時でも常に分泌されていることから唾液は完全になくすることがなく作用が働き続け、図 7 のようなステファンカーブになると考えられる。

今回の研究では、安静時唾液と刺激唾液の重炭酸塩濃度を調べるができなかった。

【結 論】

安静時唾液では pH、分泌速度ともに低かった。刺激唾液では安静時唾液よりも pH が高く、分泌速度も多かった。コンクール F では殺菌作用による酸産生の抑制が認められた。

安静時唾液と刺激唾液の pH で有意な差が認められた。したがって、安静時唾液は 1 日に約 16 時間と報告されており、カリエスリスクに多大な影響はない。

【文 献】

- 1) Watanabe S. and Dawes C.: The effects of different foods and concentrations of citric acid on the flow rate of whole saliva in man. Archs.

Oral Biol, 33:1-5, 1988

- 2) 渡部茂 : 唾液と口腔内 pH -緩衝能の正しい理解 日本ヘルスケア歯科研究誌, 12 巻 1 号 25-31、2010
- 3) Jenkins,G.N.:The physiology and biochemistry of the mouth.4th ed.,Oxford Blackwell,1978 p.286.
- 4) Stephan R.M. : Intra-oral hydrogen-ion concentrations associated with dental caries activity J. Dent.Res.23:257-266,1940