Y. OKADA: A Study on Effect of Physical Exercise upon pH of Saliva

体育運動負荷時における唾液 pH 値の変化について

日本女子衛生短大 岡 田 芳 子

要 約

わが国の戦前より戦時中にかけての体育指導が実技中心の技術指導に終始していたことに対する反省として、体育の科学化ということが戦後の新教育制度の発足とともに強く要望されてきたことは注目すべきことである。しかし実際にはどの様にして授業という教育形態の中でこれを実行していくかは先例の乏しいことであるだけに、なかなかの難事といえるのではないかと考えられる。

体育の科学化ということに対する一つの方法としては被教育者青少年自身の手で体育に関する科学的な研究を行わせることによつて、身体運動、実技の演練のみ以外にも教育の場としての体育の授業が大いに役立ちうることを知らせることも考えられるのではないかと思う。

そこで以上の如き観点にいたつて著者はその「試験的実験」として体育運動負荷時における唾液 pH 値の変化」をとりあげ、実際の授業において実施したので結果を報告する。

I. 序

疲労測定ということについては生理学的にまた心理学的に種々の方法と論議のあることは周知のところであるが、本研究において使用した唾液 pH 値の測定もその一つであるが、特にこれを使用したことについては次の理由によつたのである。

1) 生体疲労測定法はそのほとんどのものが生理学的実験であり、整備された実験室を必要とし、学校体育の現場という条件の下では手軽に行なうことができないという方法上の制約のあること。

2) しかし唾液 pH 値の測定は試験紙と判定用の比色表を用意さえすれば、別に装置を要することなく比較的容易に同一時に短時間で多数の被験者に一斉測定ができ、またその際注射針の使用のために生ずる被験者の協力意欲の減少を結果するというおそれのない利点があり、且つこの実験のた

めに授業時間をいちぢるしく中断する不便がなく、一時限内においても繰返しこれを続行することが出来るという利点があること。

3) 最大の難点は専門家でない者が各自の唾液試験紙の色を比色表と見較べて数秒以内の短時間のうちに迅速正確に該当する値をよみとらねばならぬという点である。この点は判定を繰返し練習させてその精度の向上を期するほかはないが、これは教育的にみて高校生程度になれば期待してよいと考えられること。

この様な諸制約を考慮に入れてこの方法を使用することにしたのである。

II. 研 究 方 法

体育の授業時における pH 値の変化を研究するため、4 個の実験を行つたが被験者、測定方法、測定時期は第 1 表の通りである。ただし本研究においては第 1 実験を主とし、第 2～

第1表 体育運動負荷時の唾液 pH 値の変化の測定実験

実験区分	被 験 者	pH 測定用試験紙	測定時期
第1実験	高等学校2年生男子30名 (運動選手14名一般生徒グループ16名) 体育授業(50分間徒手体操マットワーク排球)	東 洋 濾 紙 製 B. C. P (pH 5.2~6.8) B. T. B (pH 6.0~7.6) P. R (pH 6.8~8.4)	昭 33. 9
第2実験	高等学校2年生男子23名 体育授業 (50分籠球連習)	東 洋 濾 紙 製 B. T. B (pH 6.0~7.6)	昭 34. 10
第3実験	大学3,4年生男子 第1回 9名 漕艇実習(3時間) 第2回 6名	東 洋 濾 紙 製 B. T. B (pH 6.0~7.6)	昭 34. 10
第4実験	短大女子学生 3名 スクーリング(歯石除去)作業	東 洋 濾 紙 製 B. T. B (pH 6.0~7.6)	昭 34. 10

第4実験はその補足のためのものである。

III. 結 果

第1実験：体育授業時（50分間）における 唾液 pH 値の変化

〔i〕 実験方法及び結果の処理について

本実験の実施にあたっては特に次の点に注意した。

1) 被験者は高校男子2年生であるが、健康状態の良好なもので、う歯、金属充填等発酵や接触電位差の発生のおそれのないものを選び、結果の処理にあたっては運動選手として常時練習をしているもの14名と、正課時の体育以外特にスポーツ練習を行っていない文芸部、演劇部等文化部関係のクラブ活動を行っているものを主とする16名とに分けた。その為人数の都合で授業時間は昼食前の組と昼食後の組にわたつたが、昼食直後の時限は食事の影響を考慮してさけ第3限と第6限とに測定を行つた。

2) 体育運動の負荷は体育教官の一斉指導の下に1時間の体育授業時を通して行われたが、柔軟体操（5分）、徒手体操（7分）、マットワーク（15分、前方転回、その場よりのものと助走をつけたもの、後者は比較的強いもの）、排球練習（15分、パス及びサーブ練習）を行つた。この際教官は指示を明確に与

えて次の運動動作を記憶の中から引出すための精神疲労の影響は可及的に排除するように努めた。

3) 唾液 pH 値の測定にあたっては第1表に示した3種の試験紙各11枚ずつと比色表を与えておき、教官の指示によつて運動開始直前から5分毎に測定を行つた。運動開始前3分前に全員に水で含嗽させ、食事その他による口中の酸又はアルカリ性成分を洗わせた。

所定時刻が来ると教官の指示によつて各自は前記3種の試験紙を一挙に口中の唾液に浸し、直ちに取出し迅速に比色表に照合させて pH 値を記録用紙に記入させた。

4) この実験で最も困難の伴なう点は唾液に浸した試験紙の色を比色表に照合させて pH 値を判定する操作であるので実験に先立つて予備テストして数回の判定練習を行わせ精度の向上を期した。

5) pH 値の決定は上記3個の値の相加平均値によつた。

〔ii〕 測定結果

1) 上記方法によつて測定した pH 値（個人及び平均値）は時間の経過とともに第2表の如き変化を示した。これを平均値について図示すれば第1図の通りとなる。すなわち同一運動を負荷した場合において常にトレーニ

第 2 表

運 動 選 手 (A)

時間 被験者	開始前	5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後	35分後	40分後	45分後	50 分後
1	6.8	6.8	7.0	7.0	6.8	6.6	6.6	6.5	6.4	6.4	6.4
2	6.6	6.6	6.7	6.8	6.8	6.6	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2
3	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.4	6.4	6.6	6.5	6.5	6.5
4	6.9	6.6	6.7	6.7	6.7	7.0	6.8	6.6	6.4	6.4	6.4
5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.6	6.6	6.4	6.4	6.4	6.2	6.2
6	6.8	6.7	6.8	6.8	6.8	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.4
7	6.8	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5
8	6.8	7.0	7.0	6.9	6.7	6.8	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4
9	6.9	6.9	6.9	6.9	7.0	6.8	6.8	6.7	6.5	6.5	6.5
10	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7	6.6	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5
11	6.9	6.8	6.9	6.9	6.7	6.7	6.5	6.5	6.4	6.2	6.2
12	6.8	6.9	6.9	6.9	6.7	6.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
13	6.7	6.7	6.8	6.9	6.9	6.6	6.6	6.4	6.4	6.5	6.4
14	6.7	6.8	7.0	7.0	6.8	6.6	6.6	6.5	6.5	6.1	6.5
平均値	6.80	6.75	6.83	6.84	6.84	6.65	6.54	6.51	6.44	6.40	6.40
標準偏差	0.10	0.13	0.13	0.12	0.11	0.14	0.14	0.09	0.05	0.14	0.11

一 般 高 校 生 (B)

時間 被験者	開始前	5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後	35分後	40分後	45分後	50分後
15	6.6	6.6	6.6	6.4	6.2	6.2	6.0	6.0	5.8	5.8	5.8
16	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	6.4	6.4	6.3	5.7	5.7	5.7
17	6.8	6.8	6.8	6.5	6.4	6.2	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9
18	6.8	6.8	6.9	6.7	6.6	6.2	6.4	6.2	5.9	5.8	5.8
19	6.8	6.9	7.0	6.8	6.6	6.6	6.6	6.2	6.2	6.0	5.8
20	6.6	6.7	6.7	6.6	6.4	6.4	6.2	6.1	6.0	5.8	5.8
21	6.9	6.8	6.7	6.6	6.4	6.4	6.4	6.0	5.8	5.8	5.8
22	6.9	6.9	6.9	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	6.2	6.2	6.0
23	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	6.6	6.4	6.3	6.2	6.0	5.8
24	6.8	6.7	6.7	6.6	6.4	6.4	6.3	6.0	6.0	6.0	5.9
25	6.6	6.7	6.6	6.4	6.4	6.4	6.4	6.0	5.8	5.8	5.8
26	6.6	6.6	6.6	6.5	6.5	6.2	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9
27	6.9	6.8	6.9	6.6	6.8	6.8	6.4	6.1	6.1	6.0	5.7
28	6.7	6.7	6.8	6.6	6.5	6.4	6.2	6.2	6.2	6.0	6.0
29	6.3	6.9	6.8	6.7	6.6	6.6	6.0	6.0	5.7	5.8	5.7
30	6.7	6.6	6.8	6.4	6.4	6.2	6.2	6.0	5.8	6.0	6.0
平均値	6.76	6.76	6.84	6.57	6.49	6.40	6.29	6.11	5.96	5.92	5.84
標準偏差	0.13	0.11	0.13	0.13	0.14	0.18	0.16	0.11	0.18	0.13	0.10

第1図 運動時間と唾液 pH の関係

ソングを行つている運動選手のグループは、運動開始後 20 分間は殆んど唾液の pH は変化せず、20 分を過ぎると次第に pH 値は減少を始め 30 分～40 分に到つて大体 pH=6.4 前後に安定することがみられる。これに対して一般生徒のグループは運動開始後 15 分ですでに pH の低下が始まり、30 分以後においては pH=5.8～5.9 程度に低下することがみられた。

2) この結果をみると両グループとも 10～20 分を経過すると pH 値の減少が開始すること及び運動選手のグループの方が減少は常に少ないことがみられる。そこで運動開始前に対する運動終了後の pH 値の各個人の減少率をそれぞれ計算して平均すると第3表の如くなり 5.6～13.4% となり、グループ間には減少率平均値において 1% の有意差があつた。

第3表 pH 値の減少率

区 分	n(人)	平均値 (標準偏差)	減少率の差の有意差検定
運動選手グループ	14	5.57(1.79)	差 7.97% t=9.426 P<1%
一般生徒グループ	16	13.36(2.59)	
全体(加重平均)	30	9.73	

3) pH 値そのものの減少については第4表の如く種々の観点から有意差検定を行つた。すなわち第4表の有意差検定の結果からみると、一般生徒は 10 分までの pH 値と 15 分目及びそれ以後の pH 値に、運動選手について

第4表 pH 値の有意差検定

検 定 項 目	検定方法	有意差の有無 (有意水準)
1. 一般生徒: 運動開始前と 15 分後	固体の比較	あり 1%
2. 一般生徒: 運動開始 10 分後と 15 分後		あり 1%
3. 一般生徒: 運動開始前と 50 分後		あり 1%
4. 運動選手: 運動開始前と 50 分後		あり 1%
5. 運動選手: 運動開始 20 分後と 25 分後		あり 5%
6. 運動選手グループと一般生徒グループ間 (運動開始 30 分後における)	群平均値の比較	あり 1%

は 20 分までのと 25 分及びそれ以後の pH 値に有意差があつたのであるから、pH 値の減少が生体疲労を示すものであるとする限りこの 10 分又は 20 分というところにそれぞれの pH 値の一つの限界点がみられ何等かの意味の生体疲労の発生を考えしめるものがある。

ここで使用した検定方法は、個体の測定値が同一人についてそれぞれの経過時間に応じて対になしうるものであり、したがつて平均値の有意差検定を行うのは統計上誤りであるから個体の比較すなわち対差の平均値 ($\bar{x}$) について $m=0$ を帰重仮説として検定を行つたものである。

両グループ間の検定は pH 値が対応していないので群平均値間の有意差検定を行つた。

〔iii〕 要 約

以上の結果を要約すると連続的な体育運動を负荷した場合、唾液 pH 値は 10～20 分の経過によつて質的に変化即ち減少することを確認することができたが、また常時運動を練習している者はそうでない者に比して、pH 値からみた疲労程度は軽いこともとらえることができたといえると思う。

第2実験: 体育運動時 (バスケットボール練習 50 分) における唾液 pH 値の変化

〔i〕 高校 2 年生男子の体育授業 1 時限 (50

第2図 pH 値(平均)の変化
高校生 23 名(男子) Δ印の数値は減少率

第5表 高校2年生男子23名の体育運動時(籠球)における pH 値の変化

被験者 No.	測定時刻			
	9時27分	9時46分	9時52分	10時08分
1	7.6	7.2	7.4	7.0
2	7.2	7.6	7.6	7.2
3	7.0	7.2	7.0	7.0
4	6.6	7.4	7.0	6.8
5	6.8	7.2	6.4	6.2
6	6.6	6.2	6.4	6.0
7	7.2	6.4	6.2	6.0
8	6.6	7.0	6.8	7.0
9	6.2	6.8	6.4	6.0
10	6.2	6.4	6.0	6.0
11	7.0	7.4	6.8	6.6
12	7.2	7.2	6.8	6.6
13	7.6	6.0	7.8	7.0
14	7.6	6.2	6.8	7.2
15	6.4	6.4	6.2	6.0
16	7.2	7.6	6.8	7.0
17	7.2	7.0	6.8	6.6
18	7.2	7.8	7.0	7.0
19	7.4	7.8	7.4	7.2
20	6.2	6.0	6.0	6.0
21	7.6	6.8	7.0	6.8
22	6.6	6.8	6.8	6.6
23	6.0	6.4	6.0	6.2
計	159.2	158.8	155.4	152.0
平均	6.921	6.904	6.756	6.608
運動開始前との差	—	0.017	0.165	0.313
減少率(%)	—	0.24%	2.38%	4.52%

分)のバスケットボール練習時における pH 値の変化を測定したが、その際の負荷運動は第2図に示した如く行つた。pH 値の判定は体育教官2名があつた。

〔ii〕測定結果

測定結果は第5表に示す通りであり、その平均値は第2図に示す如く第1実験の場合とほぼ同様の経過がみられた。

授業のはじめと終了時との間の減少率は4.52%であり、又終了時の pH 値は運動開始前にして、個体の比較の有意差検定で1%水準で有意差を認めることができた。

第3実験：大学生ボート実習時の pH 値の変化

〔i〕大学3,4年男子学生6名(教育学部学生で常時特にスポーツ練習は行つていない)についてボート練習(ナックルフォア)午後1時30分より午後4時30分までの3時間の比較的軽度の漕法実習(第2回目のもの)の際の pH 値の変化を測定した。

〔ii〕結果は第6表に示す通りであるが体重の変化も測定したので附記した。

第6表 大学生のボート実習前後における pH 値と体重の変化

被験者	唾液 pH 値		体重 (kg)	
	練習前	練習後	練習前	練習後
1	6.6	6.2	65.0	64.0
2	6.8	6.2	57.0	55.0
3	6.4	6.2	65.5	64.5
4	7.0	6.8	51.5	49.5
5	6.6	6.6	58.0	55.0
6	6.4	6.0	64.5	63.5
和	39.8	38.0	361.5	
平均	6.63	6.33	60.25	
減少率	4.73 (%)		2.77 (%)	

この結果をみると pH 値は平均値において 6.63 より 6.33 に減少し、その減少率は 4.73% であつた。その差は -0.30 であつたが、この

差の有意差検定（個体の比較）は5%水準有意であつた。なお参考のため体重の減少をみると、平均値で1.67 kgの減少（減少率2.77%）で有意差検定の結果は1%水準で有意であつた。

しかし各人の pH 練習前後の値の差と体重値の差との間には $r=0.467$ で、有意な相関はみられなかつた。

第4実験：スケーリング実習中における pH 値の変化

〔i〕 体重運動負荷ではないが、スケーリング（歯石除去作業）は比較的長時間の立位作業であり、相当の労を伴うものであるので、これを実習中の女子短大生3名について50分間の pH 値の変化を5分毎に測定した。

〔ii〕 結 果

測定結果は第3図に示す如く。被験者 A は作業開始より pH 値は減少の一途をたどり13.5%の減少率を示し、B はこの間に3段階の下降を示して9.4%の減少率を示し、C は他の2者に比し途中において僅かの pH 値の増加と減少を示して殆んど変化をあらわさないという結果を示した。

第3図 pH 値の変化 短大女子学生3名
スケーリング実習中

しかし3名全体としては平均して7.6%の減少率を示し、この様な作業においても pH 値の減少をみる事ができた。

IV. 総 括

以上の4実験を通して体育授業という50分程度の連続的な体育運動負荷時においては高校生（男子）の pH 値は減少を示し、且つ運動開始前と終了後との間においてはかなり明瞭な有意差を示していることを把握することができた。またボート実習 スケーリングの場合も同様の傾向をみる事ができた。

これは運動負荷に対する生体疲労現象の一つの証値ともみられると考えるが、この pH 値の減少が直ちに作業能力の減退を意味するか否かについてはなお研究を要するところと考えられる。

比較的簡易に実施しうるこの様な実験は被験者に対して興味を与えることになつたことも見逃し得ないところであり、この点で今後の体育指導のやり方に対して本実験ははじめにのべた「試験的実験」としての意義をもっていることが認められると思う。

終りにのぞみ本研究を御指導下さつた東京大学教育学部水野忠文教授並びに東京農大野沢典美教授に対し深謝の意を表するものである。

参 考 文 献

- 1) 高橋英次：日本衛生学会雑誌 第8巻第1号
- 2) 吉岡利治：体育学研究 第3回体育学会総会号
- 3) 福島一郎他：衛生学公衆衛生学 金原出版
- 4) 緒方正名、望月義夫：日本衛生学会雑誌 第13巻第2号
- 5) 緒方益雄他：疲労判定法 創元社
- 6) Grassman, W. Hannig, K.: Zeit. physiol. Chem. 290, 1 (1952)
- 7) 川上吉昭：第5回日本学校保健学会総会発表 (33.10.4~4)
- 8) 坂口平他：第5回日本学校保健学会総会発表 (33.10.4~5)
- 9) 藤田秋治：PH 測定の理論と実際 南江堂出版

On Flatfooted Children of a Elementay School in Sendai

By

K. Kato, Y. Kawakami, M. Abe, T. Haryu and T. Sugawara

From the Department of Hygiene, Faculty of Medicine Tohoku University

The children of a primary school in Sendai were examined for the frequency of flat-feet, and among them the children of 6-th year class were subjected to closer examination for investigating the possible correlation of flat-feet to the bodily growth (in height and weight) and the athletic ability (running and jumping), as well as the relative frequency of flat-feet among the relatives of flat-footed children. The results obtained were in summary as follows:

1. Among our subjects, flat-foot was more frequent among the children of lower classes and tended to decrease with the advance of age.
2. In body weight, the flat-footed girls alone showed significantly higher values than the normal-footed girls. No such difference was observed among the boys and in stature.
3. No difference in running ability was observed between the flat-footed and the other children.
4. Among the girls, the flat-foot group showed superiority in jnmping to the non-flat-foot group. Among the boys, no such a difference could be established, but the 2 boys showing particularly high jumping ability were slightly flat-footed.
5. Flat-foot was particularly frequent among the brothers and sisters of flat-footed children.

A Study on Effect of Physical Exercise uopn pH of Saliva

By

Yoshiko Okada; Tokyo Junior College of Health

The variation of acidity of saliva was observed with pH test paper during physical exersises referring to fatigue of the body.

Three kinds of test paper, i.e. B.C.P. (pH 5.2-6.8), B.T.B. (pH 6.0-7.6) and P.R.

(6.8-8.4) were used for this purpose. Thirty boys of the 2nd grade at Senior High School were chosen. Fourteen of them were non athletes and the other sixteen trained. The effect of physical exercises including calisthenics, mat work and volley ball for fifty minutes upon pH of saliva were as follows :

- 1) In untrained subjects, the average value of pH (6.78) of saliva was decreasing to the final value of 5.84 from 15 or 50 minutes after the succession of exercise.
- 2) In trained, the original level of pH (6.80) was kept constant for the first 20 minutes after the end of the exercise and decreased gradually to the final value of pH (6.64).
- 3) The rate of decrease of pH of saliva was milder in trained than untrained.
- 4) The similar observations were made in basketball, rowing, and other physical activities.

Health Practices of Selected College Freshman Women in the United States and Japan

By

Takako Murai; Tsuda College

The Johns and Juhnke Health Practice Inventory was used in this study to determine and compare the health practices of women students entering two colleges in 1957, I. University in the United States and T. University in Japan. The study included three groups of college freshman women and the major findings are as follows :

1. In 1957, women freshman physical education majors at I. University had better health practices than freshman physical education majors at T. University in Japan. The two groups showed significant difference in only 4 of 12 major areas --- physical activity and recreation, prevention and control of chronic diseases, mental health, and family health.
 2. In 1957, college freshman women physical education majors at T. University were significantly superior to freshman women who were not majors in physical education in three areas: personal health, dental health, and consumer health.
 3. All three groups scored high on the revised Health Practice Inventory as a whole, as compared to the Johns and Juhnke percentile norms.
-