

脱水が学習能率に与える影響： クレペリン検査法を指標として

井上 文夫・前川 麓*

Effect of Dehydration on Learning Efficiency:
Using Kraepelin Test as an Index

Fumio INOUE and Roku MAEKAWA*

Accepted July 20, 2012

抄録：軽度の脱水が運動パフォーマンスや認知機能を低下させることが知られており，学習に与える影響についても懸念されるところである。本研究の目的は軽度の脱水が作業効率に用いられるクレペリン検査にどのような影響を与えるかを明らかにすることにより，学習に与える影響について検討することである。

大学生 27 名の対象のうち 17 名が温熱環境により平均 2% の脱水を行った。被験者は脱水により体水分量，血圧の低下がみられたが，握力や平衡性には変化はなかった。クレペリン検査の成績では，2 回目の作業量は非脱水群では 24% 増加したが，脱水群では 9% の増加であり，脱水の主効果としての有意性は見られなかったが，脱水により影響される可能性が示唆されたことから，今後，脱水の影響を受けやすい小児での検討が必要であり，運動以外の机上学習の際にも十分な水分補給を指導する必要性についても考慮が必要と考えられた。

索引語：脱水，作業効率，クレペリン検査

Abstract : Even mild dehydration is known to negatively affect exercise performance and cognitive function, and is feared to effect study. The purpose of the present study was to clarify the effect of mild dehydration on the Kraepelin test used in work efficiency, and consider the influence on study.

Seventeen of twenty-seven university students were subjected to a high temperature environment inducing an average level of 2% dehydration. Loss and drop in subjects' body water content and blood pressure were observed, but no significant changes in grip strength or balance. The kraepelin test showed that work efficiency of the non-dehydrated group in round 2 increased by 24%, however, increased by only 9% in the dehydrated group. As this suggests the possibility of dehydration as influence, further study should be done with school children, who are easily effected by dehydration, and consideration should be given to the necessity of adequate re-hydration for desk work at school outside of exercise.

Key Words : dehydration, working efficiency, kraepelin test

* 東大寺学園（京都教育大学大学院教育学研究科修了生）

1. はじめに

人体の多くは水分により構成されており、水分は尿、汗、不感蒸泄などにより体外へと排泄されている。暑熱環境下においては体温調節のために発汗による水分喪失量が大きくなるため、十分な水分摂取ができない場合には、水分不足の状態、すなわち脱水となる。このような温熱性脱水においては、循環血液量の減少と電解質の喪失がおこり、その影響は多くの組織に及び、様々な機能障害を引き起こす可能性があり、一般に年齢が小さいほどその影響は大きいことが知られている。

一方、軽度の脱水においては無症状の場合もあるが、疲労や無気力などのはっきりしない自覚症状を来すことも多く、様々な運動能力についても低下することが多くの研究により示されている^{1) 2) 3)}。また、脱水の認知機能への影響についての研究も最近になり多く見られるようになり^{4) - 8)}、注意能力や短期記憶が低下すると報告されている。学校現場においては、体育授業、クラブ活動、集会などにおいて、児童生徒が体温調節のため多量の発汗をする機会が多く見られ、その結果として脱水症状を来す例が増加しており、学習中には自由に水分を摂取できない場合が多く、潜在的な脱水状態にある児童生徒の存在は予想より多くいるのではないかと推測される^{9) 10)}。軽度ではあってもこのような潜在的な脱水は身体への健康への影響のみならず、学習効果へも影響する可能性が考えられ、学校保健の立場から検討が必要である。しかしながら、わが国では、脱水の学習への影響について検討したものは検索した範囲では見あたらない。本来は小児を対象として検討を行うべきではあるが、安全性、インフォームド・コンセント、評価の妥当性などの課題があることから、本研究では大学生を対象として、軽度の温熱性脱水の学習への影響を、30 分間繰り返し計算を行うという比較的学習作業に近いクレペリン検査法を用いて検討した。

2. 研究対象及び方法

1. 研究対象

対象は健康な大学生 27 名（男子 19 名、女子 8 名）で、平均年齢は 19.8 歳（18 ～ 23 歳）であった。対象を脱水群 17 名（男子 13 名、女子 4 名）と非脱水群（男子 6 名、女子 4 名）に分け、脱水群では脱水前後で作業効率の測定を行った。非脱水群では安静状態で脱水群と同じ長さの時間の休憩をとった前後で作業能率の測定を行った。非脱水群については、身体測定、及び体力測定は省略した。なお、実験に際して、睡眠時間や栄養について大きな偏りがないように生活管理を行った。

2. 研究方法

- ①脱水：脱水は温熱負荷により体重の 2% を目標として行った。近隣の公衆浴場において、サウナ浴（85℃）と入浴（42℃）を併用し、体重をチェックしながら脱水状態を作成した。脱水後の測定は鼓膜温が入浴前値に戻るまで休憩した後に行った。その後の身体測定、体力測定、作業効率の測定は室内 25℃ の環境下で行った。
- ②身体測定及び体力測定：体重は体重計（innerScanV, TANITA）、体脂肪率、体水分量、筋肉量は生体電気インピーダンス方式筋量測定装置（マッスル α, アートヘブンナイン）、血圧、心拍数はデジタル血圧計（EW3006P, ナショナル）、鼓膜温は鼓膜温計（ファーストテンプレジニアス, 日本シャーウツ

- ド), 握力は握力計 (握力計グリップ D, トーエイライト), 平衡性はフォースプラットフォーム (9281B, Kistler 社) により測定した。平衡性の評価は単位面積当たりの総軌跡長¹¹⁾ により行った。
- ③作業効率: 作業効率はスーパークレペリン検査¹²⁾ (日本心理テスト研究所) を用い, 分析は日本心理テスト研究所に依頼した。
- ④統計処理: 統計処理は分析ソフト SPSS 11.0 for Windows を用い, 2 群の平均値の差は対応のない t 検定を, 脱水群での実験前後の身体計測値などの平均値の差は対応のある t 検定を用いた。非脱水群を含めたクレペリン検査については, 繰り返しのある二元配置分散分析を用いた。相関関係の検定は Pearson 相関検定を用いて行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。
- ⑤倫理的配慮: 本研究はヒトを対象とする研究指針である「ヘルシンキ宣言」¹³⁾ の精神に準拠し, 事前に研究の目的, 方法, 内容, 研究に参加することにより期待される利益及び起こり得る危険並びに必然的に伴う不快な状態について十分な説明を行い, 口頭と書面にてインフォームド・コンセントを得られた者のみを対象とした。さらに調査後も調査に関する疑問, 質問に答えられるよう調査者の連絡先を明示した。なお, 脱水の危険性を最小限にするため, 主要な臓器への影響がほとんど認められない体重の 2% を目標値とした。また, 小児での安全性の検討は十分行われておらず, インフォームド・コンセントについても問題があると考え, 本研究では健康な大学生を対象とした。

3. 結果

1. 身体計測値と運動能力

表 1 脱水群での脱水前 (1 回目) 後 (2 回目) の身体計測値と運動能力測定値

	人数	1 回目 *	2 回目 *	変化率	有意確率
体重(kg)	17	63.9 ± 8.96	62.5 ± 8.7	-2.2 ± 0.2	0.000
体脂肪(%)	17	14.9 ± 5.83	13.6 ± 6	-9.5 ± 24.1	0.122
体水分量(kg)	17	39.8 ± 5.5	38.8 ± 5.6	-2.5 ± 2.2	0.000
鼓膜温(°C)	17	36.1 ± 0.77	35.9 ± 0.63	-0.5 ± 1.8	0.267
最高血圧(mmHG)	17	126.9 ± 12.7	115.8 ± 8.9	-8.1 ± 8.5	0.001
最低血圧(mmHG)	17	80.6 ± 10.8	74.4 ± 7.2	-7 ± 8.3	0.003
心拍数(拍/分)	17	64.8 ± 11.7	67.2 ± 10.41	4.5 ± 10.3	0.174
握力右(kg)	17	44.6 ± 10.0	43.7 ± 10.18	-2.2 ± 4.9	0.088
握力左(kg)	17	40.8 ± 9.75	40.2 ± 9.3	-0.8 ± 6.5	0.379
平衡性右(cm/cm ²)	17	171.7 ± 144.7	167.1 ± 144.7	-17.1 ± 76.3	0.829
平衡性左(cm/cm ²)	17	212 ± 212.2	174.5 ± 156.4	-2.9 ± 45.4	0.171

*数値は平均値±標準偏差

体重の 2% 脱水に要した時間は 30 分から 60 分程度であり, 鼓膜温はサウナ浴後 60 分後には前値に復した。表 1 に脱水群での身体測定値を示す。体重は脱水により平均 1.4kg 減少し, 減少率の平均は

2.2% であった。体水分量は平均 1.0kg 減少し、体脂肪率には有意な変化は見られなかった。収縮期血圧は平均 126.9mmHg から 115.8mmHg まで減少し(減少率 8.1%), 拡張期血圧は 80.6mmHg から 74.4mmHg まで減少した(減少率 7.0%)。心拍数は 64.8 拍 / 分から 67.2 拍 / 分へ変化した。握力は左右とも脱水前後で有意な変化は見られなかったが、右でやや低下する傾向が見られた。平衡性は脱水前後で有意な差は見られなかった。

2. クレペリン検査

表 2 クレペリン検査での因子分析結果

	人数	1 回目		2 回目		主効果有意確率		交互作用有意確率
						前後	脱水	前後×脱水
作業量	17	2015	± 91	2196	± 91	0.000	0.210	0.007
	10	1720	± 118	2108	± 119			
誤答率 (%)	17	1.189	± 0.173	1.093	± 0.203	0.886	0.056	0.414
	10	1.626	± 0.225	1.762	± 0.265			
精力度*	17	0.66	± 1.05	-1.37	± 1.02	0.000	0.640	0.344
	10	0.22	± 0.99	-1.3	± 1.82			
疲労度*	17	0.66	± 1.67	1.08	± 1.18	0.016	0.059	0.328
	10	-0.63	± 1.45	0.32	± 1.49			
興奮度*	17	1.25	± 2.6	-0.29	± 0.83	0.008	0.744	0.433
	10	0.74	± 1.46	-0.14	± 1.1			
周期性*	17	-0.48	± 0.93	0.06	± 0.94	0.542	0.262	0.129
	10	0.28	± 0.89	0.05	± 1.36			
緊張度*	17	0.11	± 1.24	0.26	± 1.17	0.058	0.268	0.127
	10	-1.00	± 1.52	0.35	± 2.15			

* 数値は、コンピューターにより計算された因子得点 上段：脱水群 下段：非脱水群

クレペリン検査での作業量は表 2 が示すように、脱水群と非脱水群の比較では、1 回目の作業量は脱水群の方が高かった。負荷前後での主効果は有意であり ($p<0.01$)、脱水の有無による主効果は有意ではなく ($p=0.210$)、負荷前後と脱水の有無との交互作用は有意 ($p<0.01$) であった。増加率は非脱水群では 24%、脱水群では 8% で、非脱水群の方が高かった。

表 2 に因子分析の結果を示した。精力度、疲労度、興奮度、周期性、緊張度の値は日本心理テスト研究所の因子分析より得られた因子得点である。精力度、興奮度は脱水の有無にかかわらず 2 回目には低下した。疲労度に関しては、両群とも増加する傾向が見られ、非脱水群では有意に高値となった。その他の周期性、緊張度、固有変動、正解率、誤答率、不読率には 1 回目と 2 回目で有意な差は見られなかった。また、脱水群と非脱水群の間でも有意な差は見られなかった。

表 3 脱水群における2変量での単相関 (上段: 脱水負荷前 下段: 脱水負荷後)

	vs 体重減少率		vs 正解率		vs 誤答率	
	r 値	p 値	r 値	p 値	r 値	p 値
作業効率	0.121	0.644	-0.148	0.571	-0.297	0.246
	0.122	0.642	-0.162	0.536	-0.017	0.949
精力度	0.231	0.372	0.334	0.191	-0.33	0.196
	0.213	0.411	0.256	0.321	-0.158	0.544
疲労度	-0.244	0.346	0.177	0.498	0.088	0.736
	-0.411	0.101	0.43	0.085	-0.446	0.073
興奮度	0.131	0.617	0.332	0.192	-0.34	0.181
	-0.452	0.069	0.196	0.45	-0.041	0.876
周期性	-0.142	0.588	0.151	0.562	0.296	0.248
	-0.72	*0.001	0.306	0.232	-0.129	0.622
緊張度	0.236	0.361	-0.283	0.27	0.075	0.775
	0.062	0.814	-0.514	*0.035	0.596	*0.012

*P<0.05

表 3 に脱水群での体重減少率、正解率、誤答率とクレペリン結果との単相関を示す。緊張度に関して、脱水前では正解率や誤答率との相関は見られなかったが、脱水後、正解率とは負の相関 ($r = -0.514$)、誤答率とは正の相関 ($r = 0.596$) を示した。

4. 考察

脱水は循環血液量の減少により身体に様々な影響を与える。体重の 2%脱水で喉の渇き、皮膚紅潮、疲労、衰弱、尿濃縮、5%脱水で発汗減少、深部体温上昇、心拍数と呼吸数の上昇、10%脱水で筋スパズム、昏迷、けいれん、意識障害などが引き起こされる³⁾。本研究では軽度の脱水として 2%程度の脱水状態を温熱により作成し、その影響について主として知的な面から検討を行った。今回の調査ではあきらかな脱水による身体症状を示したものはなかった。しかし、収縮期血圧、拡張期血圧は有意に低下しており、心拍数についても有意ではないが増加傾向が認められ、循環血液量の減少を示唆する結果であった。脱水時の運動能力については多くの研究がなされ、それらはいくつかの総説^{1) 2) 3)}にまとめられているが、脱水が軽度であっても、多くの運動能力は低下することが示されている。また、こういった影響は成人よりも小児の方にリスクが大きいと考えられている¹⁴⁾。

今回、脱水前後で握力、平衡性に関して有意差は見られなかった。吉田¹⁵⁾は発汗量が体重の 2%を超えると、有酸素運動が急激に低下し、無酸素運動は 3%を超えると低下が大きくなると報告しているが、今回は 2%前後であったこと、測定項目が有酸素運動でなかったために差が見られなかったと考えられた。

脱水の認知能力への影響については最近になり研究が進み、成人、老人を中心に行われてきたが^{4) - 8)}、小児での報告¹⁶⁾も見られる。この場合の認知機能は、記憶、注意力を中心としたものである。Lieberman⁴⁾の総説では、体重の 2%の脱水で認知機能の低下が見られ、その程度は脱水の程度に比例

すると述べられている。また、温熱性脱水では、脱水の影響のみでなく温熱そのものが認知機能に影響する可能性があるため^{17) 18)}、今回は鼓膜温が前値に戻った後に認知機能を検討した。認知機能の検査として採用したクレペリン検査は、性格検査をみる作業検査法として、教育、産業、臨床や就職試験など幅広い分野で利用されている。本研究では、作業効率のみの分析だけでなく、作業する際の性格検査も行える日本心理テスト研究所のスーパークレペリン¹²⁾を用いた。今回、30 分間の作業量（回答数）を作業効率の指標としたが、非脱水群では 2 回目に 24% 作業効率が増加したが、脱水群では 9% しか増加が見られなかった。脱水の有無にかかわらず 2 回目には増加がみられ、この理由として 2 つの理由が考えられた。1 つは慣れへの影響（練習効果）である。被験者は全員クレペリン検査未経験者であり、本研究で初めて体験した。1 回目の検査の後、内省を取った結果、2 回目の検査では“慣れ”の要素が大きいことが示唆された。これまで、クレペリン検査の練習効果については横田¹⁹⁾、生和²⁰⁾、上田²¹⁾、野田²²⁾により報告されており、いずれも 2 回目は初回より作業量は約 20% 程度増加していた。今回の研究でも非脱水群では、これらの報告とほぼ同様の結果が得られたことになる。2 つめは“ウォーミングアップの効果”である。川島²³⁾が報告しているように、脳にはウォーミングアップの効果があり、脳を使う前に簡単な計算問題や音読をすると学習の効果や効率が 15 ~ 20% アップすることが知られている。脱水前の加法計算が脳のウォーミングアップとなり、脱水後の作業効率の向上に影響した可能性が考えられる。いずれにせよ、脱水群では、脱水後に作業効率の上昇がみられたものの、非脱水群の 24% に比べ、9% と低値であり、この上昇率の低下は脱水の影響と考えられたが、二元配置分散分析の結果からは、脱水の主効果は有意とはならなかった。

最近の fMRI を用いた脳科学研究⁵⁾では脱水により作業量は変化しなかったが、同じ作業を行うのに要する脳活動が多くなったと報告されており、これは Szunnai ら²⁴⁾の結果と一致している。

温熱性脱水では、脱水の影響の他に温熱そのものの影響の可能性も考えられる^{17) 18) 24) 25)}。本研究では深部体温と考えられる鼓膜温が前値まで低下した後に測定を行っており、今回の結果については温熱そのものの影響は除外できると考えられる。

クレペリン検査の因子分析については、伊藤²⁶⁾、辻岡と東村^{27) 28)}により検討され、6 因子が抽出され、パーソナリティーの簡易検査として利用されるようになった。その 6 因子とは、精力度、疲労度、興奮度、周期性、緊張度、固有変動である。精力度とは精神的・体力的にどれほど回復しているかという休憩の効果の程度、疲労度とは疲労の程度、興奮度とは作業を続けていく上での気のりの程度、周期性とは 5 分単位のリズムで効率よく作業しているかを表すもの、緊張度とは作業最初と最後の努力感（初頭、終末努力）のこと、固有変動とは受験者特有の疲労や興奮、動揺などを表す。緊張度と正解率との間に負の相関、緊張度と誤答率との間に正の相関が見られた。作業を始めてから数分間、作業終了前の数分間は計算速度が上昇するが、その際の正解率は脱水状態では低いことが証明された。脱水状態は体にとって危機的状況であり、早くこの状況から脱したいと本能的に感じるものである。従って意識的緊張度は上昇しやすいが、認識能力は低下しているため正解率が低くなったと考えられる。また、作業を始めてから数分間、作業終了前の数分間以外の 10 分ほどは、2 回目の測定ということもあり、疲労やダレといった心理的な要因から、効率が低下したのではないかと推測された。生和²⁹⁾は個人内での繰り返しにより、これらの因子得点に変化することを報告しており、今回の 1 回目と 2 回目の結果の変化の原因の一部はそのことにより説明できるかもしれない。一方、松田³⁰⁾は学業成績とクレペリン検査の因子分析結果との関連を検討しており、学業成績不振群ではこれらの因子のうち、精力度（休憩効果）が低く、動揺率（周期性）が大きかったと報告している。

本研究の限界としては、大学生を対象としており、その結果が小中学生にまで一般化できないこと、評価方法としてクレペリン検査しか用いていないこと、被験者数の脱水群が17名とあまり多くなかった点が挙げられる。また、脱水群と非脱水群との振り分けが無作為でなく、非脱水群で身体測定や体力測定が行えなかった。軽度の脱水であっても、学習内容に近い作業効率に有意ではないものの影響がみられたことから、学校現場での学習場面においても脱水への対応について考慮する必要があると考えられた。

海外では最近になり学校現場での水分摂取の問題について注目されるようになり³¹⁾、特に学習能力との関連について研究されるようになった^{32) 33) 34)}。わが国では体育現場以外での水分摂取に関してはほとんど関心が持たれていないのが現状であるが、今後は水分摂取状況の調査を含めて積極的な検討が必要ではないだろうか。

5. まとめ

大学生を対象として、温熱負荷により約2%の脱水を行ったところ、作業効率は非脱水群では2回目に24%、脱水群では9%の増加であったが、脱水の主効果としては有意ではなかった。クレペリン検査の因子分析の結果でも、脱水による明らかな主効果はみられなかった。

成人における軽度の脱水では、作業効率には明らかな影響は認められなかったものの、小児は成人よりも脱水の影響を受けやすいことから、小児での検討が必要と考えられた。また、小児ではこまめに水分を補給することは、運動や健康だけでなく、机上の学習にも必要であり、学校現場では机上学習の際にも十分な水分補給を指導していくことも考慮する必要があると考えられた。

文献

- 1) Sawka MN, Burke LM, et al: American College of sports medicine position stand: exertional heat illness during training and competition. Med Sci Sports Exerc 39:R556-R572, 2007
- 2) Murray B: Hydration and physical performance. J Am Coll Nutr 26: 542S-548S, 2007
- 3) Rothenberg JA, Panagos A: Musculoskeletal performance and hydration status. Curr Rev Musculoskelet Med 1:131-136, 2008
- 4) Lieberman HR: Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. J Am Coll Nutr 26: 555S-561S, 2007
- 5) Kempton MJ, Ettinger U, Foster R, Williams, SCR et al: Dehydration affects brain structure and function in healthy adolescents. Human Brain Mapping 32: 71-79, 2011
- 6) Cian C, Barraud PA, Melin B, Raphel C: Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. Int J Psychophysiol 42: 243-251, 2001
- 7) Wilson M-MG, Morley JE: Impaired cognitive function and mental performance in mild dehydration. Eur J Clin Nutr 57: S24-S29, 2003
- 8) Kenefick RW, SawkaMN: Hydration at the work site. J Am Coll Nutr 26: 597S-603S, 2007

- 9) D'Anci KE, Constant F, Rosenberg IH: Hydration and cognitive function in children. *Nutr Rev* 64: 457-464, 2006
- 10) Kaushik A, Mullee MA, Bryant TN, Hill CM: A study of the association between children's access to drinking water in primary schools and their fluid intake: can water be 'cool' in school? *Child Care Health Dev* 33: 409-415, 2007
- 11) 大川剛, 時田喬, 柴田康成ほか「重心動揺検査—単位軌跡長の意義—健康者における検討」『*Equilibrium Res*』55: 283-293, 1996
- 12) 日本心理テスト研究所『*Super Kraepelin コンピューター因子得点判定法*』大阪, 2007
- 13) 世界医師会「ヘルシンキ宣言 人間を対象とする医学研究の倫理的原則」 Available at: <http://dl.med.or.jp/dl-med/wma/helsinki2008j.pdf>. Accessed June 19, 2011
- 14) Rowland T: Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. *J Appl Physiol* 105: 718-724, 2008
- 15) Yoshida T: The critical level of water deficit causing a decrease in human exercise performance: a practical field study. *Eur J Appl Physiol* 87 : 529-534, 2002
- 16) Bar-David Y, Urkin J, Kozminsky E: The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. *Acta Paediatrica* 94: 1667-1673, 2005
- 17) Gaoua N, Racinais S, Grantham J and Massiou FE: Alternations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. *Int J Hyperthermia* 27: 1-9, 2011
- 18) Racinais S, Gaoua N, Grantham J: Hyperthermia impairs short-term memory and peripheral motor drive transmission. *J Physiol* 586: 4751-4762, 2008
- 19) 横田象一郎『クレペリン精神作業検査解説新訂増補』金子書房 新訂増強, 1958
- 20) 生和秀敏「内田クレペリン精神作業検査の検査反復に伴う変化について」『*心理学研究*』42 : 152-164, 1971
- 21) 上田雅夫『実験的研究精神作業検査要覧』実務教育出版, 43-122, 1973
- 22) 野田勝子「クレペリン検査における「練習効果」の作業量への影響～学校現場での経年実施結果の実施から～」『*性格心理学研究*』9 : 116-124, 2001
- 23) 川島隆太「脳を知り, 脳を育む」『*電子情報通信学会技術研究報告. NC, ニューロコンピューティング*』104: 29-34, 2004
- 24) Szinnai G, Schachinger H, Arnaudet MJ et al.: Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 289:R275-280, 2005
- 25) Fan J-L, Cotter JD, Lucaset RAI al.: Human cardiorespiratory and cerebrovascular function during severe passive hyperthermia. effects of mild hypohydration *J Appl Physiol* 105:433-445, 2008
- 26) 伊藤格夫「内田・クレペリン作業曲線の因子分析的研究」『*心理学研究*』31: 103-111, 1960
- 27) 辻岡美延, 東村高良「内田・クレペリン作業曲線の分解と合成—因子分析と因子得点判定法—」『*心理学研究*』45: 73-82, 1974
- 28) 東村高良, 辻岡美延「コンピュータ・シミュレーションによる内田・クレペリン作業曲線の合成と因子分析による分解」『*心理学研究*』45: 198-208, 1974
- 29) 生和秀敏「内田・クレペリン作業曲線の因子分析的研究—PO-技法の適用による個人内変異の検討—」『*心理学研究*』43: 177-187, 1972

- 30) 松田伯彦「学業成績と学業促進者のプレペリン精神作業検査の因子分析的研究」『千葉大学教育学部紀要』 17: 17-27, 1968
- 31) Hunter ML, Chestnutt IG, Evans SM, Withecombe AC: Fluid for thought: availability of drinks in primary and secondary schools in Cardiff, UK. *Int J Paediatr Dent.* 14:267-71, 2004
- 32) Edmonds CJ, Jeffes B: Does having a drink help you think? 6-7-Year-old children show improvements in cognitive performance from baseline to test after having a drink of water. *Appetite* 53: 469-472, 2009
- 33) Edmonds CJ, Burford D: Should children drink more water? The effects of drinking water on cognition in children. *Appetite* 52: 776-779, 2009
- 34) Benton D, Burgess N: The effects of the consumption of water on the memory and attention of children. *Appetite* 53: 143-146, 2009