

Sitzball 着座時の覚醒水準の検討

大塚 隆*¹・相羽達弥*²・長島圭子*³・
山崎清之*³・岡本克郎*³

A Study on Alertness in the "Sitzball" Sitting Condition

by

Takashi OTSUKA, Tatsuya AIBA, Keiko NAGASHIMA,
Kiyoyuki YAMAZAKI and Katsuro OKAMOTO

(Received on Sept. 30 1996)

Abstract

The "Sitzball" is a big ball made of plastic which has been used as an alternative chair in the classroom for educational purposes. It is hypothesised that the Sitzball has a good effect on the physical and mental development of children. we carried out experiments to study ergonomic aspects of the Sitzball. EEGs were measured in healthy subjects using two conditions; Sitzball sitting and controls sitting. Visual discrimination task performance was also recorded and analysed. Results showed that alertness and behavioral responses were stably maintained in the Sitzball sitting condition compared to the control condition. The possibility of applying the Sitzball to office work situations is discussed.

1. はじめに

「腰痛」「背中痛み」「肩こり」など、姿勢が深く関わっている健康に関する諸問題は、近年その深刻さを増しており一刻も早い具体的な対応策が望まれている。

正木らの研究グループは子どもの実態調査から、「椅子に座っている時、背もたれによりかかったり、ほおづえをついたりして、ぐにゃぐにゃになる子」いわゆる「背中ぐにゃ」の子ど

* 1 開発工学部保健体育系
* 2 大学院医学研究科
* 3 開発工学部医用生体工学科

もが増加しているという報告を行っている⁷⁾。

日本と同様、姿勢悪化を含む子どものからだのおかしさが問題とされたスイスでは、1983年以来、学校体育連盟 (SVSS) においてプロジェクトが生まれ、具体的な姿勢教育活動が進められている。このプロジェクトの報告によれば、工業化社会、文明社会による運動不足と、学校生活の中で長時間、静的で単調な座った姿勢が、肉体的・精神的ストレスを与え、子どものかたらを蝕んでいるとしている。スイスではこの対策の一つとして、教室に Sitzball を導入し、動的な姿勢で授業を行うことにより、姿勢・健康問題を解消するだけでなく、集中力や学習意欲を高め、精神的緊張やストレスの解消に効果があると報告している¹⁾。

姿勢問題は子どもの問題にとどまらず、コンピュータ導入などのオフィス・オートメーション化に伴い、長時間座り続けなければならない職場でも同様な問題が取りあげられている。この状況の中、ドイツのウッパータール市役所では、椅子を Sitzball に変え、「腰痛や肩こりが治った」「仕事の能率が上がった」「眠気防止」などの効果を上げている⁹⁾。

しかし、これまでの研究では、実態報告⁶⁾⁷⁾⁸⁾や実践例³⁾⁴⁾¹⁰⁾¹¹⁾がほとんどであり、学術的根拠に基づく報告は少ない²⁾。そこで本研究は、Sitzball が覚醒水準の変動に及ぼす効果と仕事効率への関係を明らかにすることを目的とし、Sitzball 着座時の覚醒水準を脳波及び単純反応時間から検討を行った。

2. 研究方法

2.1 被験者

被験者は、運動機能などの障害のない健常成人12名（本学大学生：19歳～24歳；平均年齢21歳）とした。ただし、実験 I では、アンケートにより疲労感と眠気がない6名を実験対象とした。

2.2 椅子について

実験に使用した椅子は、通常オフィスなどで使用されている地表から座面までの高さが42cmの背もたれ付きの椅子（オカムラ社製：以下オフィスチェア）と、Sitzball（Ledraplastic社製）と呼ばれる直径65cmのプラスチック製の空気の入ったボール状の椅子を使用した。

2.3.1 実験 I

それぞれの椅子に着座させ、リラックスした状態を保持できるように各被験者に指示した。ただし、Sitzball では着座後すぐにリラックスした状態の肢位をとるのは困難なため、Sitzball 上で何度かバウンドするなど被験者が安定して座れるようにしてから実験を開始した。また、着座後は正面を注視するよう指示した。

実験は、以下の4課題とした。

- (1) オフィスチェアに着座し開眼安静状態
- (2) Sitzball に着座し開眼安静状態

(3) オフィスチェアに着座し閉眼安静状態

(4) Sitzballに着座し閉眼安静状態

各課題毎に脳波を3分間汎用脳波計(1A94. 日本電気三栄社製)を用いて測定した。測定部位には耳朶を基準電極として、10-20法の Cz, Pz, Oz に電極を装着した。脳波は、100 Hz サンプリング周波数, 14bit の精度でデジタルデータレコーダー (DR-F1. TEAC 社製) に記録した (Fig. 1)。

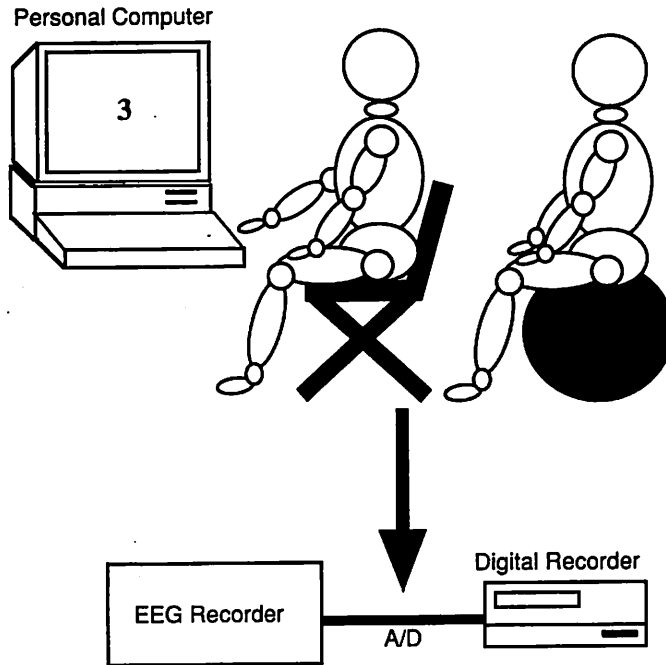


Fig. 1 Schematic illustration of experimental set-up.

2.3.2 実験 II

オフィスチェアに着座させた状態と Sitzball に着座させた状態で、視覚刺激を用いた選択反応課題を与えた。この課題の際も実験 I と同様な状態で着座するよう指示した。

課題には、パーソナルコンピュータ(PC9801, 日本電気社製)を用いて画面上に「1」「2」「3」をランダムな順番で30秒間に60個を表示した。画面上に「3」が表示された場合にはテンキーの「0」をなるべく早く押すように指示し、「3」が表示されてから「0」を押すまでの単純反応時間を測定した。課題提示画面の大きさは14インチディスプレイ(30cm×30cm)で、文字の大きさは約0.5cm 四方とした。

2.4 解析方法及び評価方法

測定した脳波の5秒を1セグメントとして分割し、FFTによるスペクトル解析を行った

(Fig. 2)。

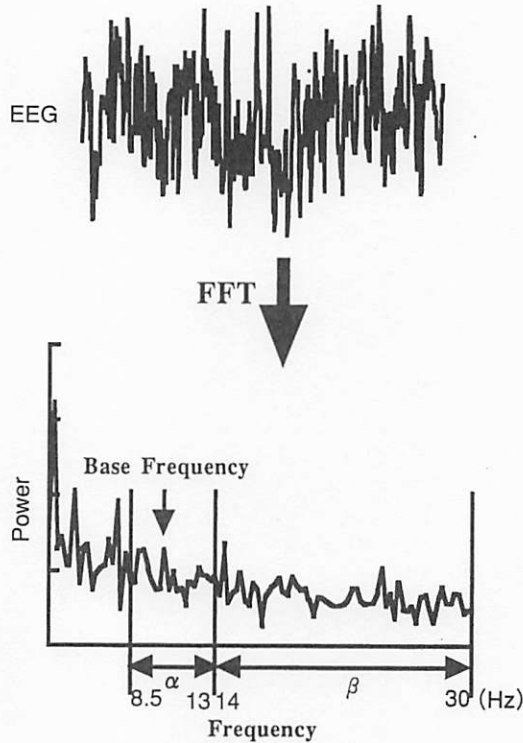


Fig. 2 α and β component range for integration of EEG.

覚醒水準のゆらぎを検討する目的で α 波周波数帯域 (8.5~13Hz) に着目し、30セグメント (約150秒) のパワーの平均値とそのピークを持つ周波数を求め、その加算平均した FFT をオフィスチェア着座時と Sitzball 着座時それぞれについて重ね書きをして検討を行うこととした。

また α 波のピーク周波数の経時的な変化を検討するために、前半15セグメント (約75秒) と後半15セグメントの α 帯域でのパワーの平均値を求め、さらにピークをなす周波数を求めた。そのピークをなす周波数変化量の平均と標準偏差を求めた。

また、 β 波帯域 (14~30Hz) でのスペクトルのパワーの積分値を求めた。

選択反応課題については、反応時間の平均と標準偏差を求め、比較検討を行った。

3. 結果と考察

3.1 脳波について

Fig. 3-1は閉眼安静状態でのオフィスチェア着座時と Sitzball 着座時での α 波周波数帯域でスペクトルパワーのピーク周波数を比較したものである。Fig. 3-2は同じく開眼安静状態での

比較である。Sitzball 着座時では、オフィスチェア着座時に比べ、パワーのピーク周波数が高周波数側にシフトしている傾向がみられた。この傾向は閉眼安静着座時の状態で顕著であった。 α 波のパワーピークが高周波側にシフトするのは、Sitzball 着座時に覚醒水準が上昇したと推察される。

Fig. 4は、30セグメントを加算平均した FFT をオフィスチェア着座時と Sitzball 着座時について重ね書きをしたものである。Sitzball 着座時には、ピークが高周波にシフトし、かつピークの傾きも高周波側に移動している。

Fig. 5は、 α 波周波数帯域でのパワーピークの変化量の平均を、実験開始15セグメントと後半15セグメントで比較したものである。両課題ともプラス側（高周波側）に変化が見られるが、Sitzball ではその変化が顕著であった。

Fig. 6は、 β 波周波数帯域（14~30Hz）でのスペクトルのパワーの積分値を示している。 β

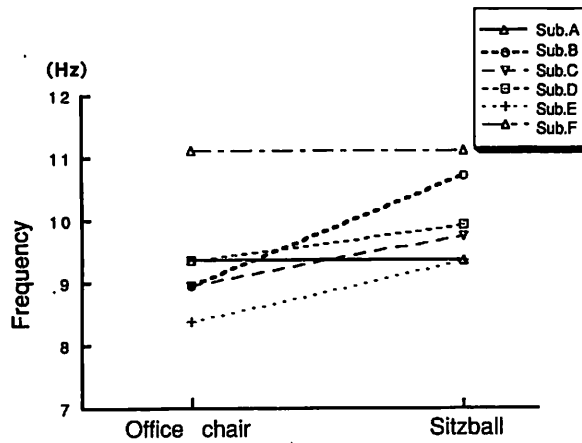


Fig. 3-1 Peak frequency of the α components with eye closed.

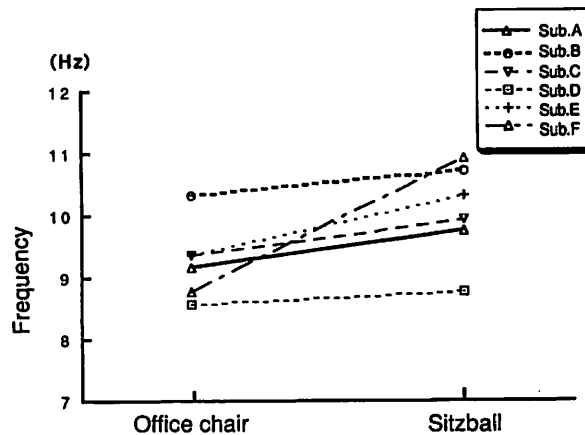


Fig. 3-2 Peak frequency of the α components with eye opened.

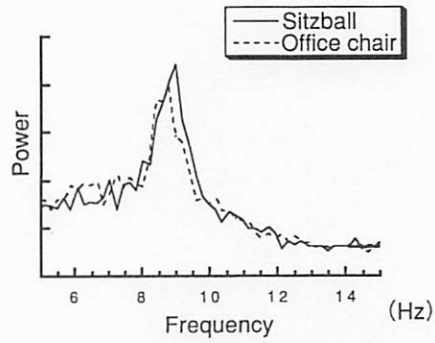


Fig. 4 Examples of Power spectra in Sitzball and Office chair sitting condition with eye closed.

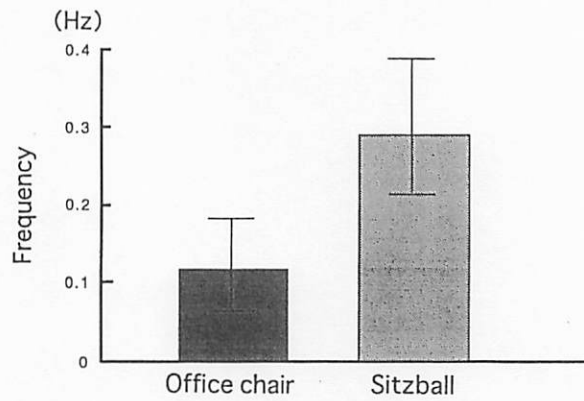


Fig. 5 Change of α peak frequency (latter half-first half).

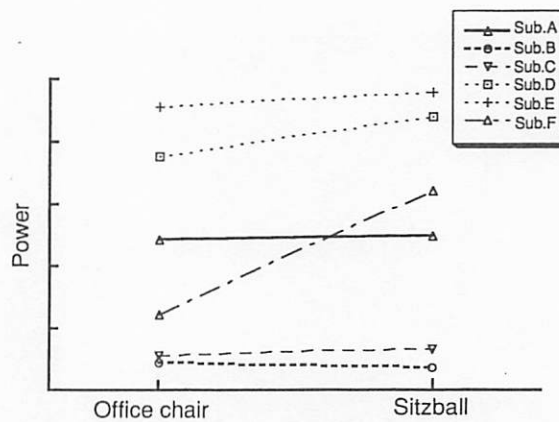


Fig. 6 Mean integrated β components of EEG with eye closed.

波周波数帯域での積分値は、オフィスチェアに着座したときよりも Sitzball に着座したときの方が増加していた ($0.25 < p < 0.5$: t -test)。

通常、覚醒水準を判断する場合、 α 波のピークが高周波側にシフトしかつ β 帯域での積分値が増加した場合に、覚醒水準が増加したと判断される⁹⁾。従って今回の実験について Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6からオフィスチェアに着座したときよりも、Sitzball に着座したときの方が覚醒水準が上昇したと判断できる。

3.2 選択反応課題について

Table 1 は、選択反応課題に対する平均反応時間、及び反応時間の標準偏差を示したものである。

平均反応時間では、12名中7名で Sitzball 着座時において反応時間が短縮する傾向が認められた。また、標準偏差は8名の被験者に差が認められた ($0.25 < p < 0.5$: t -test)。これは、不安定な Sitzball に座ることで、常に緊張感が保たれ、個々の反応の分散が減少し安定した反応ができたためと推察される。

Table 1 Reaction Time.

Subject	Chair		Sitzball	
	Average(ms)	SD	Average(ms)	SD
A	609.72	±581.06	536.14	±223.36
B	299.60	±37.48	307.66	±36.99
C	270.73	±34.87	259.19	±23.11
D	300.81	±66.18	326.54	±43.81
E	247.63	±49.34	252.91	±27.91
F	300.88	±49.62	320.05	±55.80
G	360.57	±86.24	359.45	±77.27
H	315.94	±60.24	294.66	±54.92
I	241.70	±53.56	228.66	±21.29
J	273.21	±29.20	261.99	±38.47
K	348.99	±65.80	434.72	±109.45
L	259.50	±40.56	239.08	±42.38

4. まとめ

本研究は、Sitzball が覚醒水準の変動に及ぼす効果と仕事効率への関係を明らかにすることを目的とし、オフィスチェア着座時と Sitzball 着座時の覚醒水準を脳波及び単純反応時間から比較検討することであった。

その結果は次の通りであった。

各条件での脳波の測定から、オフィスチェアに比べ、Sitzball 着座時では α 波のパワーピークが高周波側にシフトし、さらに β 波周波数帯域のパワーの積分値が増大した。

3 分間の測定時間を後半と前半に分けると、Sitzball 着座時には前半よりも後半の方が α 帯域での周波数ピークが高周波側に大きくシフトした。

単純反応時間の測定では、Sitzball 着座時で、平均反応時間の短縮、標準偏差の減少がみられた。

安定したオフィスチェアでの着座に比べ、Sitzball では常にバランスをとらなければならないこと、また、腰部が固定されないために腰や上体をおある程度動かせることなどが、覚醒水準を維持できる理由であろうと考えられる。これは、閉眼着座状態で姿勢保持のための視覚情報が絶たれた時に、 α 波周波数帯域でのパワーのピークが移行し、 β 波周波数帯域でのパワーの積分値が増大し、覚醒水準が上昇したと推察されることから支持されるであろう。

通常の椅子と Sitzball での差異を、筋電図から分析を行った長谷川ら²⁾は、Sitzball では特に腹直筋と広背筋が活発に活動し、姿勢保持のための緊張が持続されるという報告をしており、本研究結果と一致する内容となっている。

また、単純選択反応の平均時間の短縮や標準偏差の減少も、Sitzball に着座することで姿勢保持の緊張感が維持され、課題に対する集中力が均一に保たれた結果であろうと推察される。これは、脳波からの結果を裏付けるものである。

これらのことから、Sitzball は姿勢矯正だけではなく、座位姿勢での作業で一定の緊張感を保ちながら遂行するのに効果があるものと考えられる。

今後はこの研究をもとに、長時間パソコンなどを扱うデスクワークでの作業効率の向上やヒューマンエラーの減少を目的として、各方面で有効活用できるよう検討を進めたい。また、長期的に使用することの効果についての継続研究も必要であろう。

参考・引用文献

- 1) Christine Ingold Gampp / Urs Illi, Aktive-Dynamisches bzw. bewegtes Sitzen, Sportunterricht, 1990年10月号
- 2) 長谷川・大塚・川端, 姿勢教育に関する方法論的一考察—Sitzball における座位姿勢の効果に着目して—, 筑波大学運動学研究, 第10巻, 1994年
- 3) 長谷川, 運動学的観点からみた体操指導について—魅力的な姿勢づくりの運動プログラム試案—, 日本スポーツ方法学会第6回大会, 1995年
- 4) 長谷川・大塚・川端・古川・春山, 姿勢教育のための方法論的一考察(II)—スイスにおける“Sitzen als Belastung(負荷としての座位)”活動に着目して—, 日本体育学会第44回大会, 1993年
- 5) 毎日新聞, 1995年11月15日
- 6) 正木健雄, 子どもの体力, 大月書店, 1979年
- 7) 正木健雄, 子どものからだは蝕まれている, 柏樹社, 1991年
- 8) 野井・小沢・正木, 姿勢矯正のための実践的研究, 日本体育学会第45回大会, 1994年
- 9) 太田・大島・豊嶋・山内, α 帯域平均振幅の二相性変化に着目した覚醒水準判定の試み, 脳波と筋電図18, 258-267, 1990年
- 10) 大塚 隆, スイスにおけるプロジェクト「動きを取り入れた学校」について, 日本体育学会体

育方法専門分科会体操部会資料, 1996年3月

- 11) 大塚・川端・長谷川・春山, 姿勢教育の方法に関する一考察—筋電図から見た Sitzball の座位姿勢に着目して—, 日本スポーツ方法学会第5回大会, 1994年
- 12) Peter H. Skijodt, Die Geschichite des sitzenden Menschen, Schule und Ergonomie, 1993年1月
- 13) Urs Illi, Bewegte Schule, Sportunterricht, 1990年10月号