

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：32407

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24656353

研究課題名(和文)高齢者の脳が活性化する歩道の検討

研究課題名(英文)Sidewalks that elderly brain is activated in walking

研究代表者

瀬戸 眞弓 (SETO, Mayumi)

日本工業大学・工学部・教授

研究者番号：20550891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、歩道の面の硬さ及び柔らかさに着目し、成人男女が硬さの異なる歩行面を歩いた時の、脳波 波と 波の発現状況から、世代ごとに脳活動の変化を観察し、高齢者の脳を活性化させる歩道の硬さについて調べた。実験課題は、厚さの違う2種類のスポンジ、発泡スチロール、そして塩化ビニルの床の上を、ランダムな選択によって歩くこととした。そして厚いスポンジの歩行面での歩行が脳活動を活発にし、60歳以上ではその影響が他の年齢の人たちより最も多いことが分かった。これらの結果から、柔らかい歩行面をもつ歩道は、硬い面をもつ歩道よりも高齢者の脳を活性化させる可能性があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：From the expression situation of the electroencephalographic alpha wave and beta wave when I paid my attention to the hardness of the aspect of the sidewalk and the softness in this study, and adult man and woman walked the different walk side of the hardness, I observed a change of the brain activity every generation and checked hardness of the sidewalk which let you activate the brain of the elderly person. The experiment problem decided to walk by random choice on a floor of two kinds of sponges different in the thickness, Styrofoam and vinyl chloride. And a walk side of a thick sponge influenced brain activity and I was older than 60 years old and knew that there was the most influence. From these results, it was suggested that the sidewalk having a tender mask might let you activate the brain of the elderly person than the sidewalk which had a hard mask.

研究分野：福祉環境工学

キーワード：高齢者 活動 歩道 歩行面 脳波 発現数 変化率 脳活性化

1. 研究開始当初の背景

(1) 高齢者が地域において心身共に、できるだけ長く自立して生活することは、高齢者自身の社会参加の可能性を高める点で重要である。ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) では、社会参加を意味する「参加」を生活機能の最上層に位置するものと捉え、「活動」がそれを支えている。また「活動」は、移動等のいくつかの要素から成り立ち、「歩行」は参加を可能にする手段の中の一つとして重要である。しかしながら、高齢者にとっての地域における歩行環境は、バリアフリー化等の安全性の面も含め問題は多く、それほど恵まれているとはいえない。さらに高齢者の心身の健康維持及び向上において、「歩行」の価値が担保されるような歩道の検討は、これまでになされていない。

(2) 高齢期における歩行活動は、散歩等の行為によって日常的に実現されやすく、筋力の衰え防止等の身体機能の維持や向上にも役立つことは周知されている。

一方、脳活動は脳皮質を通して脳波としてとらえられる。大熊 (2011) は、周波数が 8~13Hz の脳波である α 波は、正常成人が覚醒閉眼時に示され、開眼時や精神活動時に減衰するとしている。また、脳内情報を統合する場所である前頭前野領域を含む前頭葉に関しては、森と大友 (2001) が、認知症高齢者は健常高齢者より前頭葉 β 波の発生が少なく、前頭葉の活動が低いと報告している。さらに、林ら (2009) は、健常な成人男女を対象とした、一定時間の刺激による α 波と β 波の発現数の平均値から一定時間の脳活動を比較評価できることを、128 チャンネル脳波計で確認した。しかし、高齢者の自立と関係が深いと考えられる歩行については、富田ら (2012) によって歩行時の床の硬さ感覚と足裏部位の関係について研究報告されているが、人の歩行中の歩行面の硬さが脳へ及ぼす影響につい

て、神経生理学に基づいた検討はみられない。

2. 研究の目的

本研究では、歩道における歩行面の硬さに着目し、簡易型脳波計を使用して、健常な成人男女で、硬さが異なる歩行面上を歩行する時の、 α 波と β 波の発現状況から脳活動の変化を年代別に見て、脳が活性化する歩道を検討することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 対象者

過去に脳損傷の病歴がない健常な 30 歳代から 60 歳代の男女 36 名 (女性 16 名、男性 20 名、平均年齢 : 30 代 ; 34.9 ± 2.66 、40 代 ; 44.4 ± 3.03 、50 代 ; 53.6 ± 3.50 、60 代 ; 65.4 ± 2.01) を対象者として実験をおこなった。

(2) 方法

① 実験前の対象者の条件は主として睡眠は十分にとることとした。

② 歩行前に、5 分間の立位で静止 (以下、立位課題) を行った。

③ 特定した課題は次の 4 課題であった。床面は、49mm 厚スポンジ (硬度 : 0.1) を塩化ビニール床に敷いた状態 (以下、薄スポ課題)、115mm 厚スポンジ (硬度 : < 0.1) を塩化ビニール床に敷いた状態 (以下、厚スポンジ課題)、塩化ビニール床 (硬度 : 0.70) (以下、ビニ床課題)、99mm 厚発泡スチロール (硬度 : 0.43) を塩化ビニール床に敷いた状態 (以下、発泡課題) の上を 5 分間歩行させた。歩行する床の種類は、ランダムに選択した。

④ 歩行時の環境は、静寂な大学内研究棟 2 階ホールで、温度 20°C、湿度 50% であった。

⑤ 対象者は、実験条件の平等化のため素足歩行とした。

(3) データ収集方法

① 立位での静止状態と、4 つの種類を歩行した 5 分間において脳波を測定した。

② 脳波は、国際 10-20 法に基づき、感覚情報を統合する領域である前頭前野に相当する FP1 と FP2 間の双極導出とした。

③ 脳活動を、身体活動中でも携帯により測定

可能な簡易型脳波計を用いて、 α 波(8~13Hz)と β 波(13~30Hz)を測定した。

(4) データ化

① 簡易型脳波計によって導出された脳波信号は増幅器を通じて抽出され、8~13Hz帯域フィルタにより α 波成分と、13~30Hz帯域フィルタにより β 波成分が抽出される。この抽出された α 波成分と β 波成分は、3秒毎に数値化積分値化され定量化(積分値(N)/3s)され表示される。この数値を発現数とした。

② 5分間の α 波と β 波の発現数の平均値を算出し発現数平均値(N/5min)を求めた。

③ 5分間の α 波および β 波の発現数の標準偏差値(N/5minSD)を求めた。標準偏差値は、5分間における発現数の増減を示す増減幅値とした。

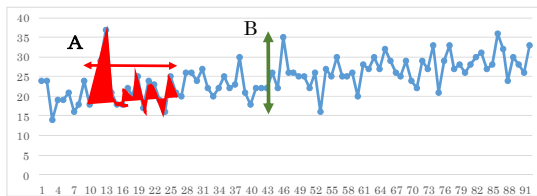


図1 発現数の標準偏差の内容を表すグラフ

※発現数とは、3秒間における波が作る面積(A赤部分)である。増幅値とは、波が最も高いところから低いところまで(B部分)であるが、ここでは、発現数の多いところが高い波を作っていると予測されるので、発現数の標準偏差値を増幅の平均値として利用した。

④ 立位課題における α 波および β 波の発現数平均値(N/5min)を基準に、他の4つの特定の課題時の α 波および β 波の発現数の平均値(N/min)と標準偏差値(N/5minSD)を相対的に算出し変化率としデータとした。

変化率算出方法

$$\frac{\text{特定の課題時での発現数平均値 (/5min)} - \text{立位課題時での平均値 (5/min)}}{\text{立位課題時での発現数の5分間平均値}}$$

(5) 分析方法

人を対象に測定しているため、測定値にばらつきが生じることを排除するために、算出

された発現数の平均値(N/5min)と標準偏差値(N/5minSD)の変化率についてグラフス・スミルノフ棄却検定をおこなった。これらの変化率のデータについて、特定課題間における年代による影響は Kruskal Wallis test をおこなった。

(6) 倫理的配慮

実施に当たって、日本工業大学の倫理審査委員会の許可を得た。対象者には、実験目的、匿名性の保証、実験はいつでも辞退する権利などについて文書を用いて説明し、書面をもって承諾を得た。

4. 研究成果

(1) 結果

各年代における床面の相違による脳活動の変化率で比較した。発現数においては、脳波の α 波の発現数における年齢ごとや床面の相違では有意な差がなかった。

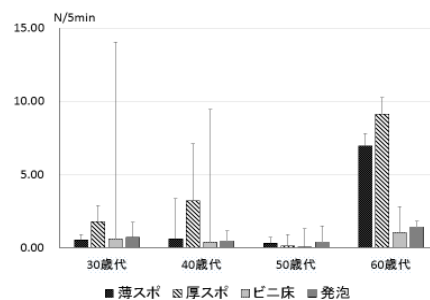


図2 α 波発現数の変化率の比較

表1 α 波の対象者数

	薄スポ課題	厚スポ課題	ビニ床課題	発泡課題
30代	10	10	10	11
40代	10	10	9	9
50代	5	4	5	5
60代	8	9	8	8

β 波の発現数における床面ごとの年齢では、多重比較において発泡課題に有意差があった(p<0.001)。

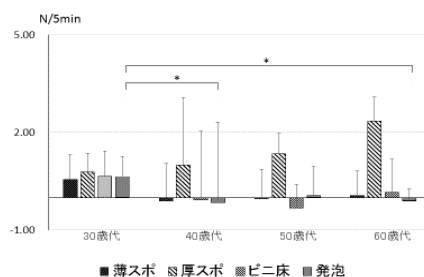


図3 β 波発現数の変化率の比較

表2 β波の対象者数

	薄スポ課題	厚スポ課題	ビニ床課題	発泡課題
30代	10	11	10	11
40代	10	9	10	9
50代	5	5	4	5
60代	8	8	9	8

さらに、α波の増減幅値の変化率の比較においては、年齢ごとによる床面の相違では、60歳代のα波の増減幅値において厚スポ課題が薄スポ課題、ビニ床課題、発泡課題より有意に多かった ($p < 0.05$)。また、厚スポ課題のα波の増減幅値は、60歳代が30歳代より有意に多かった ($p < 0.05$)。

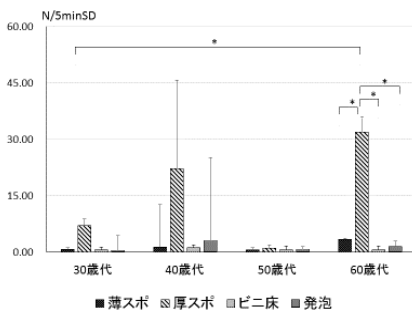


図4 α波増減幅の変化率の比較

表3 α波増減幅値の対象者

	薄スポ課題	厚スポ課題	ビニ床課題	発泡課題
30代	11	11	11	11
40代	10	10	10	10
50代	5	5	4	5
60代	10	7	10	10

β波の増減幅値の変化率の比較においては、年齢ごとによる床面の相違では、60歳代のβ波の増減において厚スポ課題が薄スポ課題、ビニ床課題、発泡課題より有意に多かった ($p < 0.05$)。また、厚スポ課題のβ波の増減幅値は、60歳代が30歳代より有意に多く ($p < 0.05$)、薄スポ課題のβ波の増減幅値では、50歳代が30歳代より有意に多かった ($p < 0.05$)。

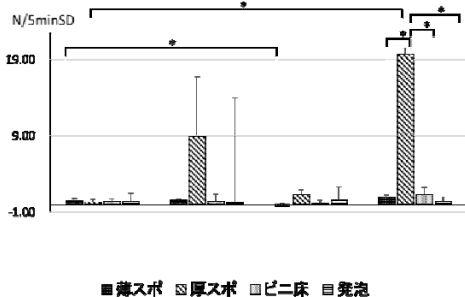


図5 β波増減幅の変化率の比較

表4 β波増減幅値の対象者

	薄スポ課題	厚スポ課題	ビニ床課題	発泡課題
30代	11	10	9	10
40代	10	9	10	9
50代	4	5	4	5
60代	9	10	10	9

(2) 考察

β波の発現数の変化率における床面ごとの比較では、30歳代と40歳代、30歳代と60歳代に有意差があったのは、50歳代の除き、年代による差がみられると考えられる。また、α波の増減幅値の変化率の比較において、厚スポ課題が薄スポ課題、ビニ課題、発泡課題より有意に多く、60歳代が30歳代よりも有意に多かったことから、厚スポ課題は脳波α波をより発現させる歩行面であると考えられ、若い30歳代よりも高齢の60歳代においてその差が顕著であると考えられる。さらに、β波の増減幅値の変化率の比較において、60歳代では、厚スポ課題が薄スポ課題、ビニ床課題、発泡課題より有意に多く、α波の場合と同様に、60歳代が30歳代よりも有意に多かったことから、厚スポ課題は、物事に注意を払い思考する等の知的活動時に多く発現される脳波β波を、より発現させる歩行面であると考えられる。またこのことが、60歳代において顕著にみられるのは、身体的高齢化による運動能力の低下等を、自ら注意等で補いながら課題を行ったものではないかと考えられる。以上のことから、高齢者にとって、厚いスポンジのような柔らかい歩行面での歩行は、脳内情報を統合する領域である前頭前野をより活性化させることがわかった。今後は、これまでの常識に捉われない散歩用の歩道計画、高齢者のリハビリやアクティビティのための屋内歩道の設置への展開も想定される。そして、これらの内容を実現させるに十分な材質をもつ歩道材料、施工方法等の開発が望まれる。

引用文献

- ① 大熊輝雄：臨床脳波学、医学書院、2011
- ② 森昭雄、大友英一；脳波による痴呆の解析、認知神経学、3(1):45-48、2001
- ③ 林裕子、村上新治：視覚刺激遮断時におけるα波とβ波の発現状況と評価方法の検討、Health and Behavior Science, 7(1):1-6、2009
- ④ 富田隆太ら：床面仕上げ座位と足裏感覚、日本人間工学会関東支部第42回大会(埼玉)、講演集、116-117、2012

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

- ① ○瀬戸眞弓・林裕子・原元彦、「高齢者の脳が活性化する歩道の検討」、2015年度日本建築学会大会[関東]、2015年9月6日、東海大学湘南キャンパス(神奈川県平塚市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀬戸 眞弓 (SETO, Mayumi)
日本工業大学・工学部・教授
研究者番号：20550891

(2) 研究分担者

林 裕子 (HAYASHI, Yuko)
北海道科学大学・保健医療学部・教授
研究者番号：40336409

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

原 元彦 (HARA, Motohiko)