

令和 2 年度 博士学位論文

運動負荷によるヒト認知機能低下モデルに対する鍼刺激の影響について(第 2 報)
～プラセボ円皮鍼を用いた二重盲検法による試み～

東京有明医療大学大学院
保健医療学研究科
保健医療学専攻
鍼灸学分野

学籍番号：5218001

氏名：立川 諒

I. 緒言

近年、認知機能に対する運動の効果について多くの研究がなされ、運動が認知機能に対して良好な作用を有することが示されている^{1,2)}。一方、特定の運動により実行機能や注意資源配分量の低下、情報処理時間の遷延化といった認知機能低下を示唆する所見が認められることも報告されている³⁻⁵⁾。認知機能は、注意、判断、集中等の様々な要素が含まれた中枢神経系の有する重要な機能であり、内的あるいは外的な情報を正確かつ迅速に処理し、状況に即した判断や行動選択を求められるスポーツ現場において、パフォーマンス発揮に関する重要な因子の1つと考えられる^{6,7)}。これまで、スポーツ現場における認知機能の評価にはストループテストや反応時間測定といった方法や、生体からの信号を数値化・定量化し、脳の神経活動を非侵襲的に計測することのできる脳波計測が用いられてきた^{8,9)}。運動負荷による認知機能変化について、P300と呼ばれる脳波成分を指標としたいいくつかの報告では、把持運動負荷によってP300成分の潜時の延長や振幅の減少に示される、情報処理時間の遷延化や注意資源配分量の低下が生じるという一貫した知見が得られている^{5, 10, 11)}。運動により生じるこれらの現象は、パフォーマンスの低下に限らず、判断ミス等に伴う事故や怪我に繋がる可能性をも有すると思われ、スポーツ現場における重要な問題であると考えられる。

現在、スポーツ現場における鍼灸治療は身体機能の改善を主な目的として行われており、鍼治療もしくは円皮鍼による介入が筋出力の低下を抑制することやスポーツ選手のコンディショニングにおいて有用であることが示されている¹²⁻¹⁴⁾。また、高強度運動時の免疫能の低下を鍼治療が抑制する¹⁵⁾といった報告もなされており、スポーツ現場において鍼治療は多様な役割を果たしている。しかしながら、運動により生じる情報処理時間の遷延化や注意資源配分量の低下に対する鍼治療の効果について検討した報告は見られない。

そこで、我々は繰り返しの把持運動負荷により生じるP300潜時の延長や振幅の減少に対する鍼刺激の影響について、検討を行った。その結果から、(1)未介入対照群では運動負荷後にP300潜時の有意な延長、P300振幅の有意な減少といった認知機能低下を示唆する所見が認められること。(2)円皮鍼介入群では、運動負荷後のP300潜時及び振幅の有意な変化が認められず、円皮鍼介入が運動により生じる情報処理時間の遷延化や注意資源配分量の低下に対し、抑制的に作用する可能性があること。(3)筋疲労等の末梢性の要因が関与する反応時間が両群で有意な延長が認められることに加え、両群の運動時間の差が認められないことから、円皮鍼介入の効果は中枢神経系に対して限定的に生じる可能性があることを報告した¹⁰⁾。

しかしながら、先行研究では未介入対照群と円皮鍼介入群の比較であったため、プラセボ効果による影響を否定できず、これを除いた検討を行うことが課題であった。そこで、本研究は運動負荷により生じる情報処理時間の遷延化や注意資源配分量の低下に対する鍼刺激の影響について、プラセボ円皮鍼を用いた二重盲検法による検討を試みた。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究の主旨を説明し、書面による同意を得られた大学生及び大学院生の男性15名(21.1±0.9歳)を対象とした。

本研究は東京有明医療大学倫理審査委員会の承認を得て行った(有明医療大 倫理委 263 号)。研究期間は、平成 30 年 7 月から同年 12 月であった。

2. 研究デザイン及び手続き

(1)研究デザイン

本研究は、円皮鍼介入群(円皮鍼群)とプラセボ円皮鍼群(プラセボ群)のクロスオーバーデザインは無作為化比較試験とした。割り付けは、介入及び評価に関与しない共同研究者が乱数表を用いて行い、被験者、施術者、測定者の全員が割り付け結果を知らされていない状態で一連の実験を行った。

(2)手続き

本研究は、東京有明医療大学総合実験室のシールドルーム内で行った。

被験者には、実験前日の飲酒を控え、十分な睡眠をとること、実験当日は激しい運動及びカフェインの摂取をしないよう指示した。

実験当日、各被験者は脳波電極の取り付け後、シールドルーム内の安楽椅子へと移動し、運動負荷前の脳波記録を行った。その後、最大握力の測定を行い、施術者が円皮鍼もしくはプラセボ円皮鍼を貼付した。次いで、後述の把持運動負荷を実施し、終了直後に運動負荷前と同様の手続きで脳波記録を行った。また、介入のマス킹状況を評価するため、被験者及び施術者を対象に、介入に用いた円皮鍼について、運動負荷後の脳波記録終了後にアンケートを行った。なお、各実験は最低 1 週間以上の間隔を開けて実施した。

3. 運動負荷

先行研究¹⁰⁾と同様に、握力計(竹井機器工業製、グリップ-D)を用いた繰り返しの把持運動を採用した。利き手側で最大握力の 40%強度での把持を 6 秒維持、4 秒休息のサイクルで繰り返し、2 回連続で 40%の握力を発揮できなくなるまで反復した。なお、運動負荷中は被験者の前に PC を設置し、発揮している握力のフィードバックを行った。

4. 介入

介入は、臨床歴 25 年の鍼灸師 1 名が行い、円皮鍼群では鍼長 0.6 mm、鍼体径 0.2 mm の円皮鍼(セイリン社製、Pyonex)、プラセボ群では本物の円皮鍼と外見が同様に、鍼がカットされたプラセボ円皮鍼(セイリン社製、PY)を用い、先行研究¹⁰⁾と同様に両側の神門(HT7)、足三里(ST36)及び大椎(GV14)へ、運動負荷開始前に貼付した。

5. 認知機能評価

事象関連電位の 1 種である P300 成分を認知機能評価指標とした。

(1)脳波の記録

脳波の記録には誘発電位検査装置(日本光電製、MEB-2300)を使用した。電極は、国際 10-20 法に従って、Cz(頭頂部、正中線上)へ銀-塩化銀皿電極を貼付した。なお、基準電極は両耳朶連結とした。電極インピーダンスは 5 k Ω 以下とし、サンプリング周波数は 1 kHz、高域遮断周波数 50 Hz、低域遮断周波数 0.1 Hz、感度は 50 μ V/div とした。

(2)誘発課題

P300 の誘発には聴覚 Oddball 課題を用いた。標準刺激は 1 kHz、標的刺激は 2 kHz の純音刺激とし、それぞれ 8 : 2 の割合でランダムにヘッドホンを通じて両側耳へ提示した。強度は 40

dB(SPL)、立ち上がり/立ち下がり時間は 10 ms、持続時間は 100 ms、刺激間隔は 2000 ms とし、加算回数は 20 回以上とした。また、被験者には、標的刺激に対して可及的速やかにボタン押しを行うよう指示した。

(3)脳波データの解析

実験終了後、記録された波形からオフラインで眼球運動や体動等のアーチファクトが混入した試行を除外し、加算平均処理を行った。刺激提示前 100 ms の平均電位をベースラインとし、標的刺激の提示後 250-500 ms 間における最大陽性振幅を P300 振幅、標的刺激の提示から P300 振幅が記録されるまでを P300 潜時、ボタン押下までを反応時間として記録・算出した(図 1)。

6. マスキングの評価

(1)マスキングの成否の評価

運動負荷後の脳波記録を行った後、介入に用いた円皮鍼が「本物の円皮鍼」もしくは「偽物(プラセボ)の円皮鍼」のどちらだと思ったか、被験者及び施術者を対象にアンケートを行った。

(2)被験者マスキングに関する事後調査

全実験終了後、後述する被験者マスキングの結果を踏まえ、すべての被験者を対象に 1)弁別したタイミング、2)弁別に繋がった経穴の 2 項目について事後調査を行った。

1)弁別したタイミング

円皮鍼を弁別したタイミングについては、「貼付時、運動負荷中、抜去時、貼付時・抜去時には分からなかった」の 4 項目から、該当するものを全て選択するよう指示した。また、これらの選択肢に該当しない場合は、被験者に対して具体的な記述をするように指示した。

2)弁別に繋がった経穴

円皮鍼の弁別に繋がった経穴については、「右手首(右神門)、左手首(左神門)、右足(右足三里)、左足(左足三里)、後頸部(大椎)、貼付部位では分からなかった」の 6 項目から、該当するものを全て選択するよう指示した。なお、これらの選択肢に該当しない場合は、被験者に対して具体的な記述をするように指示した。

7. 統計解析

統計解析には JMP Pro14(SAS 社)を用い、各群の P300 潜時、振幅、反応時間の運動負荷前後の値及び運動時間に対応のある t 検定を行い、Bonferroni 補正を行った。有意水準は 5 % とした。また、 κ 係数を用いてマスキング状況の評価を行った。 κ 係数は Landis ら¹⁶⁾の基準に従い、 $\kappa < 0.00$ を poor(弱い一致)、 $\kappa = 0.00-0.20$ を slight(軽い一致)、 $\kappa = 0.21-0.40$ を fair(まづまづの一致)、 $\kappa = 0.41-0.60$ を moderate(中等度の一致)、 $\kappa = 0.61-0.80$ を substantial(かなりの一致)、 $\kappa = 0.81-1.00$ を almost perfect(ほぼ完全な一致)とし、 $\kappa < 0.2$ でマスキング成功とした。

III. 結果

円皮鍼群及びプラセボ群の運動負荷前後の総加算波形を図 2 に示す。

1. P300 潜時

各群の運動負荷前後の P300 潜時を図 3 の上段に示す。

円皮鍼群の P300 潜時は、運動負荷前 332 ± 26 ms(mean \pm SD)、運動負荷後 344 ± 26 ms で、運動負荷後に延長する傾向が認められたものの、統計学的に有意な変化は認められなかった。

プラセボ群の P300 潜時は、運動負荷前 331 ± 23 ms、運動負荷後 348 ± 26 ms で、運動負荷後に有意な延長が認められた($P < 0.05$)。

2. P300 振幅

各群の運動負荷前後の P300 振幅を図 3 の中段に示す。

円皮鍼群の P300 振幅は、運動負荷前 16.8 ± 7.3 μ V、運動負荷後 13.9 ± 7.9 μ V で、運動負荷後に減少する傾向が見られたものの、統計学的に有意な変化は認められなかった。

プラセボ群の P300 振幅は、運動負荷前 18.4 ± 7.3 μ V、運動負荷後 14.8 ± 6.8 μ V で、運動負荷後に有意な減少が認められた($P < 0.05$)。

3. 反応時間

各群の運動負荷前後の反応時間を図 3 の下段に示す。

円皮鍼群の反応時間は、運動負荷前 576 ± 101 ms、運動負荷後 650 ± 141 ms で、運動負荷後に有意な延長が認められた。

プラセボ群の反応時間は、運動負荷前 596 ± 111 ms、運動負荷後 676 ± 179 ms で、運動負荷後に有意な延長が認められた($P < 0.05$)。

4. 運動時間

円皮鍼群の運動時間は 602 ± 215 秒、プラセボ群は 637 ± 260 秒であり、両群の間に有意な差は認められなかった。

5. マスキングの評価

実際の介入と施術者及び被験者アンケートの結果を図 4、被験者マスキングに関する事後調査の結果を図 5 に示す。

(1) 施術者マスキング(図 4 左)

本物の円皮鍼を「本物」と回答したのが 6 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 9 件、プラセボ円皮鍼を「本物」と回答したのが 7 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 8 件であり、 κ 係数は -0.06 で判定は poor(弱い一致)であった。

(2) 被験者マスキング(図 4 右)

本物の円皮鍼を「本物」と回答したのが 12 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 3 件、プラセボ円皮鍼を「本物」と回答したのが 2 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 13 件であり、 κ 係数は 0.66 で判定は substantial(かなりの一致)であった。

(3) 被験者マスキングに関する事後調査(図 5)

1) 弁別したタイミングと正答数(図 5-1)

円皮鍼を弁別したタイミングについての総回答数は 17 件で、貼付時が 14 件(82%)、抜去時が 2 件(12%)、分からなかったが 1 件(6%)であった。また、貼付時と回答した 14 件のうち 10 件(71%)が、本物の円皮鍼とプラセボ円皮鍼の両者を正しく推測していた。

2) 弁別に繋がった経穴と正答数(図 5-2)

円皮鍼の弁別に繋がった経穴についての総回答数は 27 件で、左右の神門を合わせて 13 件(48%)、左右の足三里を合わせて 7 件(25%)、大椎が 1 件(4%)、分からなかったが 6 件(22%)であった。また、神門と回答した 13 件のうち 9 件(69%)、足三里と回答した 7 件のうち 5 件(71%)が本物の円皮鍼とプラセボ円皮鍼の両者を正しく推測していた。

3) 弁別したタイミングと経穴の回答の組み合わせと正答数(図 5-3)

弁別したタイミングと経穴の組み合わせについては、貼付時×神門の組み合わせが 13 件(48%)、貼付時×足三里の組み合わせが 7 件(25%)、抜去時×大椎の組み合わせが 1 件(3%)、タイミングのみ回答し、経穴は分からなかったと回答した組み合わせが 5 件(18%)、タイミング及び経穴のいずれも分からなかったという回答が 1 件(3%)であった。また、貼付時×神門の組み合わせ 13 件のうち 9 件(69%)が、貼付時×足三里の組み合わせ 7 件のうち 5 件(71%)が、本物の円皮鍼とプラセボ円皮鍼の両者を正しく推測していた。

6. 有害事象

本研究において運動負荷及び円皮鍼貼付に伴う有害事象は認められなかった。

IV. 考察

本研究は、運動負荷により生じる情報処理時間の遷延化や注意資源配分量の低下に対する鍼刺激の影響について、プラセボ効果を除いた検討を行うことを目的とし、我々の先行研究¹⁰⁾と同様の運動負荷及び評価指標を用いた検討を実施した。

1. P300 及び反応時間の変化について

P300 は、脳内の能動的な情報処理過程に伴って、刺激モダリティに依存せず、刺激提示の約 300 ms 後に生じる陽性の電位である。P300 潜時は、刺激入力から刺激弁別や出力の選択を行うまでの刺激情報処理時間、P300 振幅はそれら処理過程に対して割り当てられた脳の注意資源配分量を反映する¹⁷⁾。一方、反応時間は P300 に反映される中枢での情報処理過程に加えて、筋収縮やそれに伴うボタン押しといった末梢性の要因が含まれるため、P300 及び反応時間の持つ意味合いは、それぞれ異なっている。先行研究において、認知症患者や長時間計算といった精神負荷課題を行うことにより、P300 潜時の延長や P300 振幅が減少することが報告されている^{17, 18)}。また、P300 の発生には広範な脳領域の活動が関与し、前頭及び頭頂領域がその中心であると想定されている^{17, 19, 20)}。

本研究では、プラセボ群は運動負荷後に P300 潜時の有意な延長と振幅の減少が認められたのに対し、円皮鍼群では運動負荷前後での P300 潜時及び振幅の有意な変化は認められず、円皮鍼による介入が把持運動負荷により生じる情報処理時間の遷延化及び注意資源配分量の低下を抑制したと考えられた。一方、末梢性の要因を含む反応時間は両群とも運動負荷後に有意な延長が認められ、介入の影響は中枢神経系に対してのみ生じたことが示唆された。本研究の結果は、我々の先行研究¹⁰⁾における P300 潜時、振幅、反応時間の変化と同様であり、その再現性が示された。また、その機序については先行研究¹⁰⁾で述べたように、脳血流量変化に伴うものと考えられるが、本研究では脳血流量の記録は実施していないため、本考察はあくまで推察であり、本研究の結果が上述の機序によって生じたかは明らかでない。

2. 円皮鍼のマスキングについて

本研究は、運動負荷による認知機能低下に対する鍼刺激の影響について、二重盲検下での検討を行うことを目的とした。その結果、施術者のマスキングは成立していた($\kappa = -0.06$)のに対し、被験者マスキングは不十分であり($\kappa = 0.66$)、プラセボ効果を十分に排除することができていなかったと考えられる。そこで、被験者マスキングが不十分であった要因について検討するため、すべ

ての被験者を対象に、1)弁別したタイミング、2)弁別に繋がった経穴の 2 項目について事後調査を行った。

本研究で行った事後調査の結果では、円皮鍼の弁別を「貼付時」に行っている被験者の割合が 80%を超え、その約 70%が介入を正しく推測していた。本研究と同様の円皮鍼及びプラセボ円皮鍼を用いた高橋ら²¹⁾の先行研究では、貼付時あるいは貼付中に鍼感覚が生じた被験者は、介入を正しく推測できていたことが示されている。よって、円皮鍼貼付時に鍼感覚が生じたことが、円皮鍼もしくはプラセボ円皮鍼の正しい弁別に繋がった可能性が考えられた。また、介入部位の二点弁別閾との関連に着目すると、足三里や大椎と比較して二点弁別閾の小さい手関節部^{22,23)}に位置する神門穴で弁別したとの回答が全体の約半数に上ることから、介入を行った部位の二点弁別閾がマスキングの結果と関連する可能性が考えられる。しかし、神門もしくは足三里で弁別を行ったと回答した際の正答率は、両者とも約 70%と同等の値を示していることや、神門の近傍で、二点弁別閾の小さな部位の手掌(母指球)に位置する魚際(LU10)への介入において被験者マスキングが成立している先行研究²¹⁾がある一方、魚際と比較して二点弁別閾の大きな部位である C5 から Th1 の直側といった後頸部・背部や、腎兪(BL23)、気海兪(BL24)、大腸兪(BL25)、関元兪(BL26)、次膠(BL32)といった腰背部への介入において、マスキングが不十分であったことも示されている^{24, 25)}。さらに、同一の部位(C5-Th1 直側)に対して、同様の鍼体径及び鍼長(0.2×0.6 mm)の円皮鍼及びプラセボ円皮鍼を用いた際のマスキングの結果もそれぞれで異なっている^{24, 26, 27)}。よって、プラセボ円皮鍼を用いた場合のマスキングの成否には、二点弁別閾の違いに加えて、様々な要因が影響すると考えられる。この点について、井上ら²⁵⁾は、介入時の姿勢や鍼経験の有無が影響する可能性を考察している。しかしながら、本研究における介入時の姿勢と先行研究における介入時の姿勢が異なっているにもかかわらず、被験者マスキングの結果が同様であったこと(マスキング不十分)や、鍼経験の有無と被験者マスキングの結果に関して、一貫した知見は得られていない^{12, 28, 29)}ことから、被験者のマスキングに影響し得る要因については明らかでない。

これまで、本邦においてプラセボ円皮鍼を用いた際のマスキングの成否や、それに影響する要因について検討した報告は著者が検索する限り見受けられず、その信頼性や妥当性については明らかでない。そのため、プラセボ円皮鍼を用いた際のマスキングの成否や、その結果に影響する可能性のある要因について、鍼長や鍼体径、鍼経験の有無、介入部位、円皮鍼貼付に伴う鍼感覚、施術者要因等、多面的な検討を行うことが今後の課題であると考えられる。

V. 結語

運動負荷により生じる情報処理時間の遷延化や注意資源配分量の低下に対する鍼刺激の影響について、プラセボ円皮鍼を用いた検討を行った。その結果、先行研究と同様の結果が得られ、その再現性が示されたものの、被験者マスキングが不十分であった。今後は、プラセボ円皮鍼のマスキングについて、多面的な検討が必要と考えられる。

本研究の一部は第 68 回全日本鍼灸学会学術大会において発表した。

謝辞

稿を終えるにあたり、本研究の遂行にあたり、研究計画に始まり本論文の作成に至る過程で、多大なるご指導を賜りました東京有明医療大学大学院 木村友昭准教授に深謝いたします。また、本論文をご精読頂き、大変貴重なご意見を賜りました東京有明医療大学学長 本間生夫教授、東京有明医療大学大学院 藤本英樹講師に心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

1. 加藤 有佐子, 横井 輝夫, 岸本 和大, 土井 雄貴, 錦戸 蒼馬, 森 輝寿, 他. 認知症者の認知機能に対する運動の効果に関するレビュー. 大阪行岡医療大紀. 2016; 3: 1-17.
2. Tomporowski PD. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychol.* 2003; 112(3): 297-324.
3. Ochi G, Yamada Y, Hyodo K, Suwabe K, Fukuie T, Byun K, et al. Neural basis for reduced executive performance with hypoxic exercise. *Neuroimage.* 2018; 171: 75-83.
4. Konishi K, Kimura T, Yuhaku A, Kurihara T, Fujimoto M, Hamaoka T, et al. Effect of sustained high-intensity exercise on executive function. *J Phys Fit Sports Med.* 2017; 6(2): 111-7.
5. 黒岩 一雄, 西平 賀昭, 福本 寛之, 碓井 外幸. 局所的な高強度運動が運動抑制過程に及ぼす影響. *日運動生理誌.* 2016; 23(1): 1-9.
6. 小見山 高明, 檜垣 靖樹, 安藤 創一, 須藤 みず紀. 高強度運動時に認知機能の低下が起こるのはなぜか 脳血流と脳酸素動態からの検証. *デサントスポーツ科.* 2017; 38: 207-15.
7. Kida T, Tanaka E, Kakigi R. Attention as a determinant of task performance: From basics to applications. *J Phys Fit Sports Med.* 2017; 6(2): 59-64.
8. Schapschroer M, Lemez S, Baker J, Schorer J. Physical Load Affects Perceptual-Cognitive Performance of Skilled Athletes: a Systematic Review. *Sports Med Open.* 2016; 2(1): 37.
9. 中田 大貴, 芝崎 学. 認知機能と環境ストレス. *日生気象会誌.* 2019; 56(1): 3-11.
10. 立川 諒, 木村 友昭. 運動負荷によるヒト認知機能低下モデルに対する鍼刺激の影響. *全日鍼灸会誌.* 2019; 69(1): 47-57.
11. 黒岩 一雄, 西平 賀昭, 中島 剛, 八田 有洋, 麓 正樹. 局所的筋疲労に伴う脳電位成分の変動. *日運動生理誌.* 2002; 9(2): 67-76.
12. 大隈 祥弘, 花岡 裕吉, 吉田 成仁. 円皮鍼を用いた鍼刺激が筋疲労による瞬発的筋力発揮能力低下に及ぼす影響: 二重盲検比較試験を用いた検討. *日臨スポーツ医学会誌.* 2015; 23(3): 440-51.
13. 大隈 祥弘, 小野 修司, 向野 義人. M-Test を用いた円皮鍼治療が筋出力および反応時間に及ぼす影響. *日臨スポーツ医学会誌.* 2012; 20(1): 87-95.
14. 大隈 祥弘, 向野 義人. 継続的鍼治療が大学ラグビー選手のコンディショニングに及ぼす影響 M-Test・疲労部位しらべ・POMS テスト・% Δ HR30 によるコンディション判定を用いての検討. *日臨スポーツ医学会誌.* 2010; 18(2): 264-73.

15. 藤本 英樹. 運動による免疫・心肺機能の応答と鍼治療の影響. 臨スポーツ医. 2010; 27(6): 621-7.
16. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33(1): 159-74.
17. Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*. 2007; 118(10): 2128-48.
18. 岡村 法宜. 長時間の計算作業による精神疲労が事象関連電位 P300 に及ぼす影響. 産業衛誌. 2007; 49(5): 203-8.
19. Huang WJ, Chen WW, Zhang X. The neurophysiology of P 300--an integrated review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015; 19(8): 1480-8.
20. Walz JM, Goldman RI, Carapezza M, Muraskin J, Brown TR, Sajda P. Simultaneous EEG-fMRI reveals temporal evolution of coupling between supramodal cortical attention networks and the brainstem. *J Neurosci*. 2013; 33(49): 19212-22.
21. 高橋 信博, 新原 寿志, 角谷 英治. 遠隔部経筋治療の効果の基礎的検討 手の太陰経筋病態モデルにおける榮穴(魚際穴)への円皮鍼刺激の効果について. 明治国際医療誌. 2016; 14: 13-26.
22. Kandel ER, Jessell TM, Schwartz JH, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Principles of Neural Science*. Fifth Edition. New York. McGraw-Hill Education. 2013: 504-5.
23. 岡田隆夫. カラーイラストで学ぶ集中講義生理学. 第 2 版. 東京. メジカルビュー社. 2008: 140-1.
24. 與世田 亮太, 内川 宜久, 内田 和久, 李 魯石, 菅原 秀樹, 諸喜田 睦子, 他. 上腕屈筋群の筋出力に対する円皮鍼の効果 等張性運動による検討. 東洋療学協会誌. 2013; 36: 41-5.
25. 井上 智紀, 内川 宜久, 齋藤 大輔. サッカー選手の競技パフォーマンスに対する円皮鍼の効果 : 間欠的高強度運動における検証. 東洋療法学校協会学会誌. 2011; 35: 54-7.
26. 濱崎 元太, 種ヶ島 永子, 秋山 留美, 荒井 千佳, 石井 貴子, 今井 厚, 他. 肘関節屈曲伸展運動に伴う筋疲労に及ぼす円皮鍼の効果 30%負荷での検討. 東洋療学協会誌. 2010; 33: 62-6.
27. 古屋 英治, 金子 泰久, 上原 明仁, 上原 一郎, 副島 和彦, 坂本 歩. ランダム化比較試験による筋疲労の回復に及ぼす円皮鍼の効果 sham を用いた比較試験. 全日鍼灸会誌. 2009; 59(4): 375-83.
28. 渡邊 淳一, 岡 浩一朗. 中高齢者の慢性膝痛に対する円皮鍼の有効性 鍼師と被験者をマスキしたランダム化比較試験. 全本鍼灸会誌. 2016; 66(2): 80-9.
29. Klausenitz C, Hacker H, Hesse T, Kohlmann T, Endlich K, Hahnenkamp K, et al. Auricular Acupuncture for Exam Anxiety in Medical Students-A Randomized Crossover Investigation. *PLoS One*. 2016; 11(12): e0168338.

図表・図説

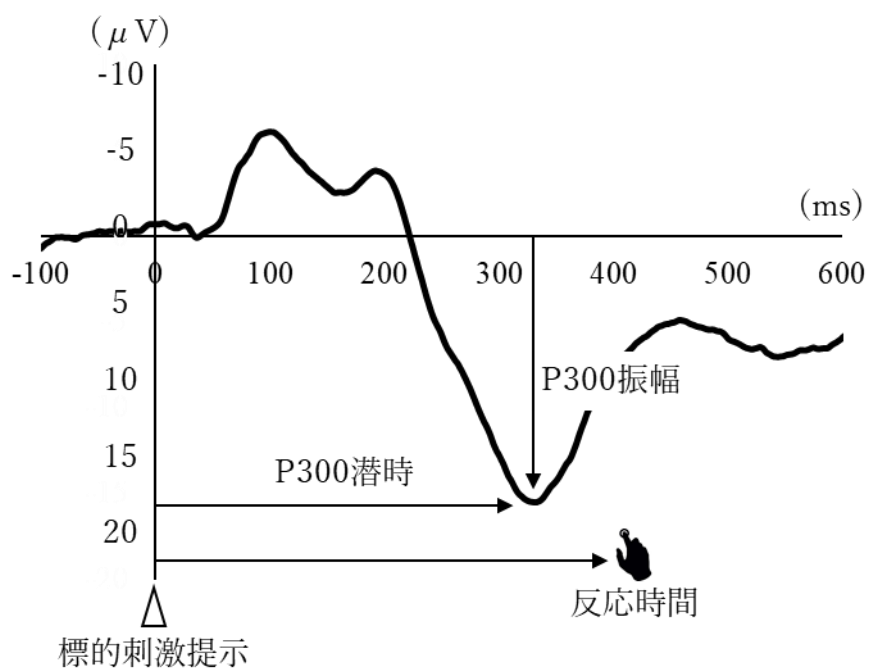


図 1：脳波データ及び反応時間の解析

刺激提示前 100 ms の平均電位をベースラインとし、標的刺激の提示後 250-500 ms 間における最大陽性振幅を P300 振幅、標的刺激の提示から P300 振幅が記録されるまでを P300 潜時、ボタン押下までを反応時間として記録・算出した。

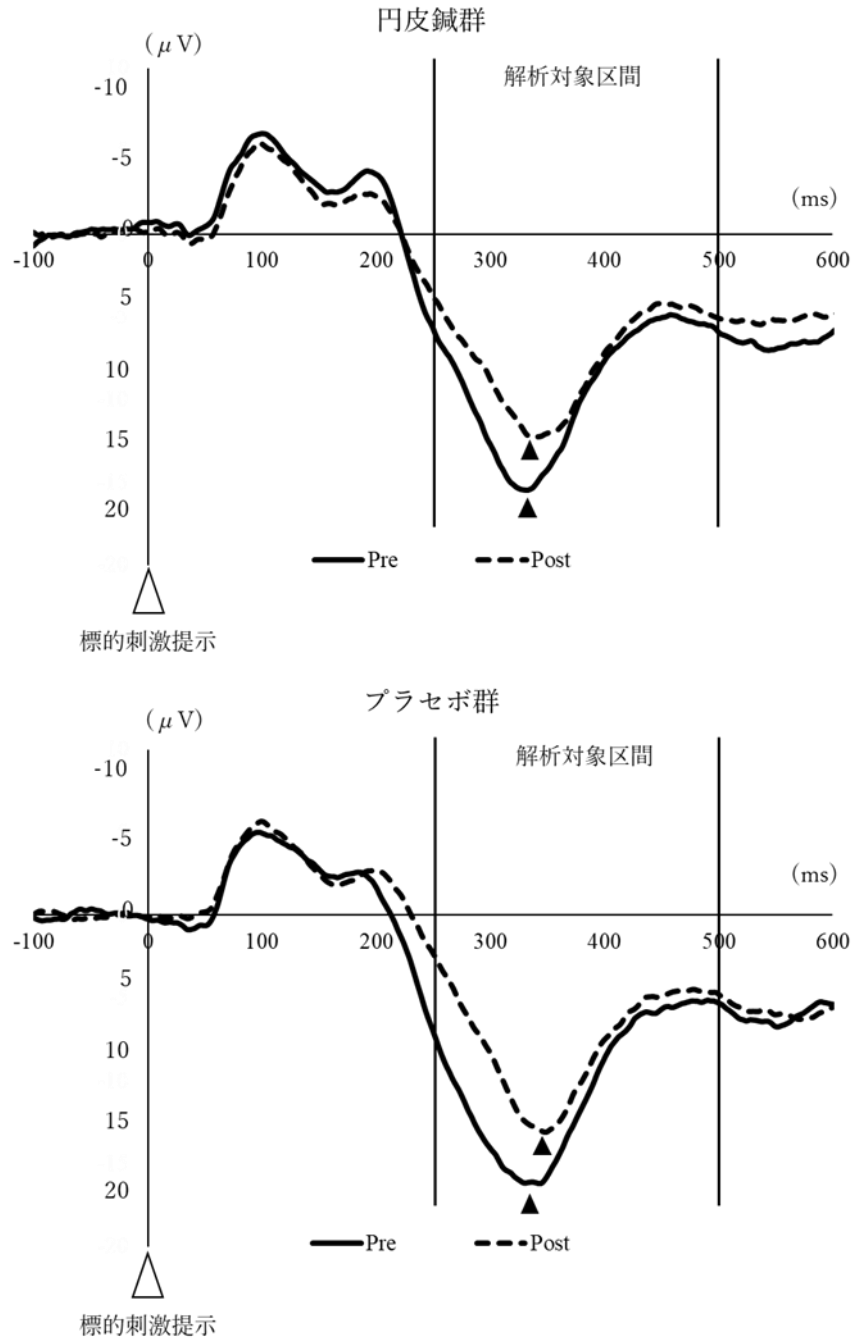


図 2：円皮鍼群及びプラセボ群の運動負荷前後の総加算波形

上段に円皮鍼群、下段にプラセボ群の運動負荷前後の総加算波形を示す。実線は運動負荷前(Pre)、点線は運動負荷後(Post)を示す。両群とも運動負荷前後に、刺激提示の約 300 ms 後に明瞭な陽性ピーク(▲：P300)が観察された。

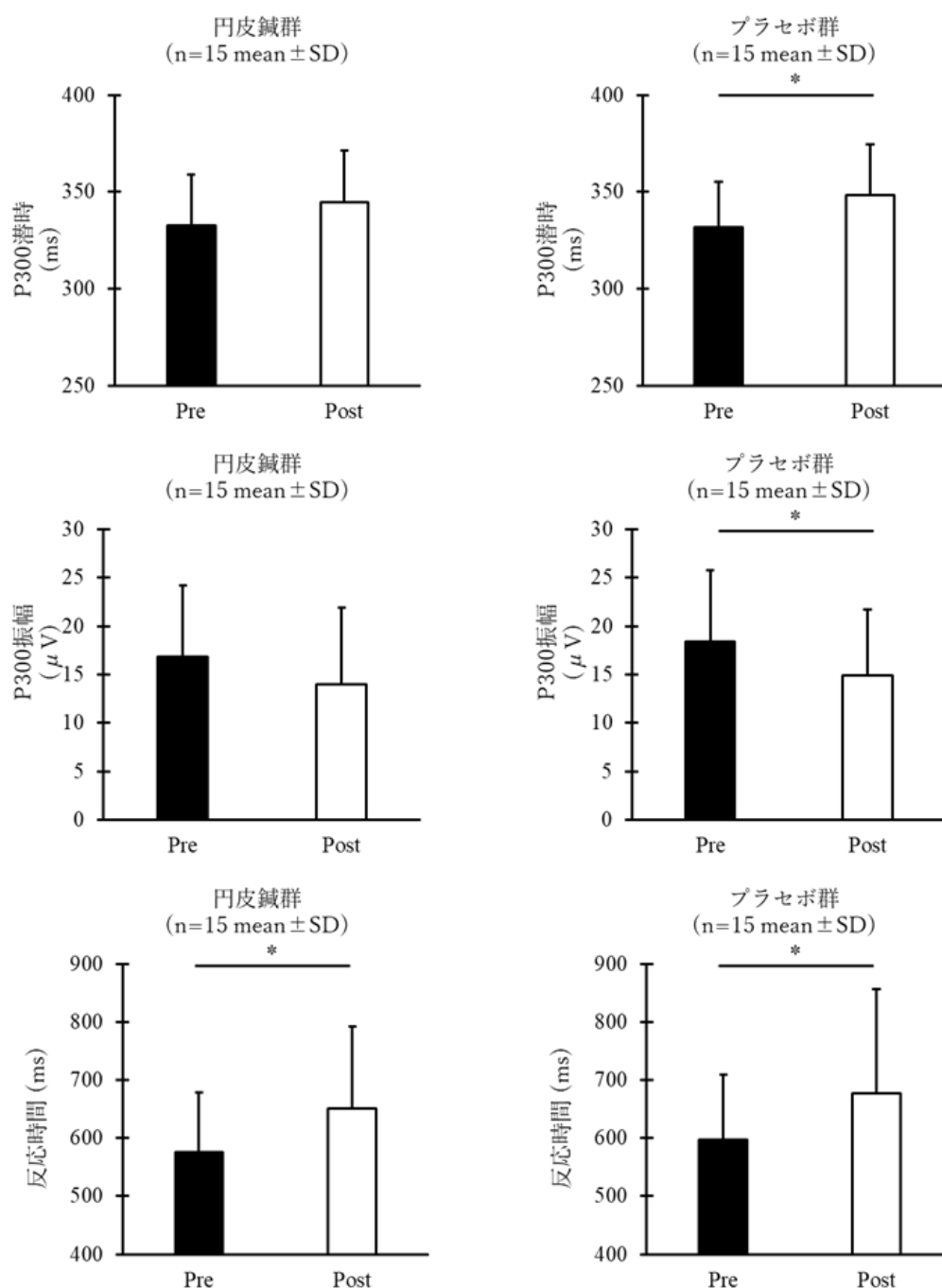


図 3 : 円皮鍼群及びプラセボ群の運動負荷前後の P300 潜時、振幅及び反応時間変化

左に円皮鍼群、右にプラセボ群の P300 潜時(上段)、P300 振幅(中断)、反応時間(下段)の運動負荷前後の値を示す。円皮鍼群の P300 潜時及び振幅は運動負荷前後で有意な変化が認められなかった一方、プラセボ群では運動負荷後に P300 潜時の有意な延長と振幅の有意な減少が認められた。反応時間は、両群とも運動負荷後に有意な延長が認められた。* $P < 0.05$ 。

施術者の回答				被験者の回答			
		本物	プラセボ			本物	プラセボ
介入	本物	6	9	介入	本物	12	3
	プラセボ	7	8		プラセボ	2	13
$\kappa = -0.06$				$\kappa = 0.66$			

図 4：介入のマスキングについて

実際の介入と施術者及び被験者アンケートの結果を示す。施術者は、本物の円皮鍼を「本物」と回答したのが 6 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 9 件、プラセボ円皮鍼を「本物」と回答したのが 7 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 8 件で、 $\kappa=-0.06$ であった(左)。被験者は、本物の円皮鍼を「本物」と回答したのが 12 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 3 件、プラセボ円皮鍼を「本物」と回答したのが 2 件、「偽物(プラセボ)」と回答したのが 13 件で、 $\kappa=0.66$ であった(右)。

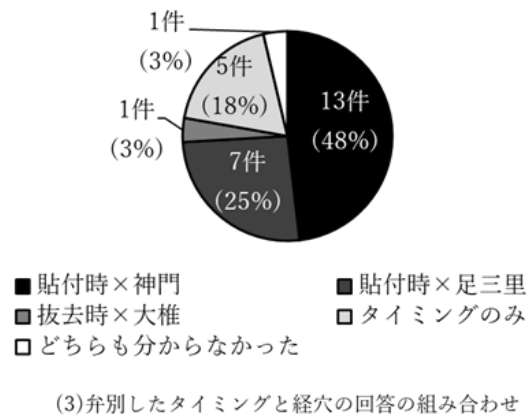
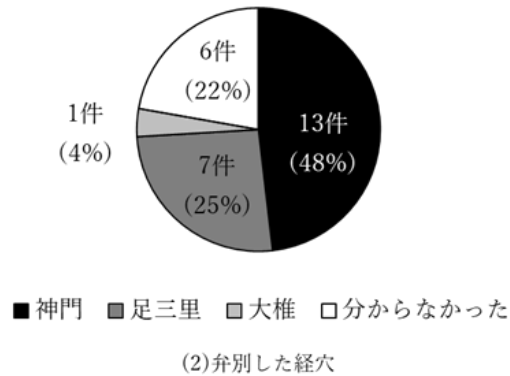
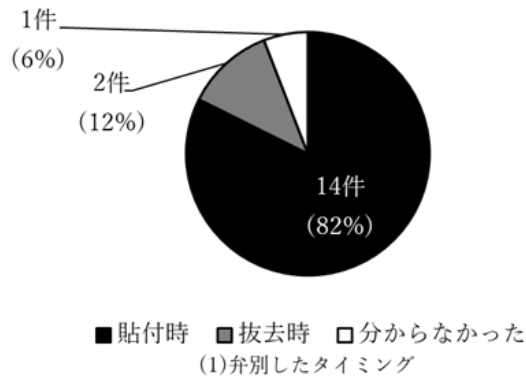


図 5：被験者マスキングに関する事後調査の結果

実験終了後、全ての被験者を対象に円皮鍼の弁別に関するアンケート調査を行った。上から順に 1) 弁別したタイミングと正答数、2) 弁別に繋がった経穴、3) 弁別したタイミングと経穴の回答の組み合わせと正答数を示す。

1) 弁別したタイミングと正答数

円皮鍼を弁別したタイミングについての総回答数は 17 件で、貼付時が 14 件(82%)、抜去時が 2 件(12%)、分からなかったが 1 件(6%)であった。また、貼付時と回答した 14 件のうち 10 件(71%)が、本物の円皮鍼とプラセボ円皮鍼の両者を正しく推測していた。

2) 弁別に繋がった経穴と正答数

円皮鍼の弁別に繋がった経穴についての総回答数は 27 件で、左右の神門を合わせて 13 件(48%)、左右の足三里を合わせて 7 件(25%)、大椎が 1 件(4%)、分からなかったが 6 件(22%)であった。ま

た、神門と回答した 13 件のうち 9 件(69%)が、足三里と回答した 7 件のうち 5 件(71%)が、本物の円皮鍼とプラセボ円皮鍼の両者を正しく推測していた。

3) 弁別したタイミングと経穴の回答の組み合わせと正答数

弁別したタイミングと経穴の組み合わせについては、貼付時×神門の組み合わせが 13 件(48%)、貼付時×足三里の組み合わせが 7 件(25%)、抜去時×大椎の組み合わせが 1 件(3%)、タイミングのみ回答し、経穴では分からなかったと回答したものが 5 件(18%)、タイミング及び経穴のいずれも分からなかったという回答が 1 件(3%)であった。また、貼付時×神門の組み合わせ 13 件のうち 9 件(69%)が、貼付時×足三里の組み合わせ 7 件のうち 5 件(71%)が、本物の円皮鍼とプラセボ円皮鍼の両者を正しく推測していた。