

スポーツ科学研究, 11, 225-235, 2014 年

中高齢者の太極拳による口腔内の免疫機能と気分尺度の変化

The effects of Tai Chi on mental states and mucosal immune function
in middle-aged and elderly people.李恩宰¹⁾, 佐藤文香¹⁾, 鈴木智弓²⁾, 枝伸彦³⁾, 清水和弘⁴⁾, 赤間高雄³⁾Eunjae Lee¹⁾, Ayaka Sato¹⁾, Satomi Suzuki²⁾, Nobuhiko Eda³⁾, Kazuhiro Shimizu⁴⁾, Takao Akama³⁾¹⁾ 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科²⁾ 早稲田大学スポーツ科学研究センター³⁾ 早稲田大学スポーツ科学学術院⁴⁾ 筑波大学スポーツResearch&Developmentコア¹⁾ Graduate School of Sport Sciences, Waseda University²⁾ Waseda Institute for Sport Sciences³⁾ Faculty of Sport Sciences, Waseda University⁴⁾ Sports Research & Development Core, University of Tsukubaキーワード：中高齢者, 太極拳, 分泌型免疫グロブリン A, β ディフェンシン 2, Profile of Mood StatesKey words: elderly, Tai Chi, Secretary Immunoglobulin A, human beta defensin 2,
Profile of Mood States

抄録

運動は免疫機能に影響を与えて変化させることが知られている。太極拳は中高齢者で健康保持・増進目的で広く行われているが、免疫機能への影響の知見は少ない。本研究の目的は中高齢者の1回の太極拳の実施前後における唾液分泌型免疫グロブリン A (Secretary Immunoglobulin A; SIgA)、唾液中 β ディフェンシン 2 (human beta defensin 2; HBD-2)、および気分の変化を測定して中高齢者の免疫機能に対する太極拳の影響を明らかにすることである。対象者は太極拳教室に参加している中高齢者 31 名 (67.38 \pm 8.89 歳) とした。対象者が太極拳を行う前と後に唾液採取と気分の測定を行った。唾液中 SIgA と HBD-2 は ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) で測定し、気分は Profile of Mood States (POMS) で測定した。その結果、SIgA 分泌速度は太極拳実施前では 22.18 \pm 12.78 μ g/min、太極拳実施後では 23.01 \pm 9.47 μ g/min であり、有意な変化が認められなかった。65 歳以上の女性群の HBD-2 分泌速度は、太極拳実施前では 311.78 \pm 246.72pg/min、太極拳実施後では 192.32 \pm 127.23pg/min であり、有意な低下が認められた ($p < 0.05$)。POMS の結果では、抑うつ (Depression)、怒り-敵意 (Anger-Hostility)、混乱 (Confusion) において有意な改善が認められた ($p < 0.05$)。今回の研究により、中高齢者における1回の太極拳実施は POMS を改善させる効果が認められたが、他方、65 歳以上の女性群では唾液 HBD-2 分泌が減少して口腔内免疫機能が抑制される可能性が示唆された。太極拳は、中高齢者が安全に実施できる健康運動と考えられているが、実施においては HBD-2 のような免疫学的指標をもとに体調を管理する必要があると考えられる。

スポーツ科学研究, 11, 225-235, 2014年, 受付日: 2014年7月29日, 受理日: 2014年10月17日

連絡先：李恩宰 〒359-1192 所沢市三ヶ島 2-579-15 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科
leeunjae@toki.waseda.jp

I. 緒言

日本では4人に1人が65歳以上の高齢者となり、さらに20年後は3人に1人が高齢者になると予測されている(総務省統計局, 2014年)。高齢者は加齢に伴い、身体諸機能が低下し、免疫機能も低下する。免疫機能の低い高齢者は免疫機能が正常の高齢者と比較して余命が短いことが知られており(Roberts et al., 1974)、高齢者が生活機能を維持し、加齢で低下する免疫機能を維持向上させる方策は社会的に重要な課題である。

免疫機能は身体ストレスおよび心理ストレスに反応して変化することが知られており、運動に伴って免疫機能は変化する(McClelland et al., 1982)。一過性運動による変化としては、運動中は免疫機能が活性化するが、高強度持久性運動の後には一時的に免疫機能が抑制されて open window と呼ばれる現象が観察される(Pedersen et al., 1998)。継続性運動トレーニングは過剰であると免疫機能を抑制するが、適度な場合は免疫機能を向上させることができる(Nieman, 1994)。これらの運動による免疫機能の変化を反映する指標として、唾液中の分泌型免疫グロブリンA(Secretory Immunoglobulin A; SIgA)が知られている。唾液中のSIgAは口腔粘膜表面上気道感染症の感染防御に働いており(Gleeson et al., 1999)、SIgA分泌は高強度持久性運動後には一時的に低下し、適度な継続性運動トレーニングによっては増加する(赤間ら, 2005; Kimura et al., 2006)。

太極拳は競技をする武術太極拳と健康作りのための健康太極拳があり、健康太極拳は中国だけではなく、日本の中高齢者の多くに人気がある健康法である(笹本ら, 2005)。本研究では健康太極拳を対象とするので、以下、健康太極拳を太極拳と記載する。太極拳は、深く長い呼吸に合わせながら動作をゆっくり行い、初心者でも無理なく行えると考えられており、太極拳教室として集団で

継続して実施されることが多い。先行研究では太極拳の継続実施の効果としてインスリン感受性増加と血糖値減少(Thomas et al., 2005)、総コレステロールおよびLDLコレステロールの減少(Ko et al., 2006)、健康関連Quality of Life(QOL)の改善が報告されている(金ら, 2006)。しかし、1回の太極拳実施による免疫機能の変化については詳細には検討されていない。

先行研究では、1回の太極拳実施が中高齢者の免疫機能に与える影響として、気分の改善とともにSIgA分泌の増加が報告されている(阿部, 2007)。しかし、SIgA以外の免疫指標を測定した報告は見当たらない。

最近、SIgA以外の唾液中免疫関連分子としてβディフェンシン2(human beta defensin 2; HBD-2)が注目されている。HBD-2は抗菌ペプチドであり、唾液HBD-2濃度は高強度運動で増加し(Usui et al., 2011)、高齢者のヨガ実施後にも増加したと報告されているが(Eda et al., 2013)、太極拳の実施によるHBD-2の変化に関しては報告がない。

そこで、本研究では健康法として中高齢者に人気がある太極拳において1回の太極拳の実施前後に唾液中SIgA、HBD-2、および気分の変化を測定し、中高齢者の免疫機能に対する太極拳実施の影響を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象者はWASEDA Club2000の太極拳教室に参加している健康な中高齢者31名(男性:14名, 女性:17名, 67.38 ± 8.89 歳44歳から83歳まで)とした。65歳未満は9名(男性:1名, 女性:8名, 56.2 ± 6.5)、65歳以上は22名(男性:13名, 女性:9名)であった。対象者の身体特性は表1に示した。すべての対象者には実験を行う前に本測定趣旨や内容を説明し、文書で参加の同意を得

た。本研究は、早稲田大学「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の承認を得て実施した。

表 1.対象者の身体特性

Gender(n)	Male	15
	Female	17
Age(years)	67.28±8.89	
Body height(cm)	158.34±5.39	
Body weight(kg)	56.74±7.09	

2.実験手順

対象者が通っている定期の太極拳教室の実施日に測定した。太極拳は通常どおりの内容で 90 分間行い、太極拳の実施前後に唾液採取と気分変化のアンケートを行った。測定は 3 か所の太極拳教室で行い、1 か所の 18 名は朝 10 時 40 分から 12 時 10 分まで、他の 2 か所の 13 名は 19 時 30 分から 21 時までが太極拳教室の実施時間帯であった。そのため、対象者の中には仕事を終わってから参加した者や家事が終わってから参加した者もいた。

3.太極拳の実施内容

太極拳教室の内容は、まずあいさつから始まり、心の準備である立禅、身体の準備である甩手を行い、その後に太極拳を実施した。太極拳は、最初に八段錦の前半と楊名時式健康太極拳二十四式(簡化太極拳)を行った。その後、瞑想、揺身運動、説話、健身運動の順番で行い、その後、自由練習で部分稽古を行った。そして、また楊名時式健康太極拳二十四式と八段錦後半を行い、最後に甩手と立禅を行い、あいさつで終了した。太極拳教室実施中の飲水は水のみを自由とした。

4.唾液の採取

赤間ら(1995)の測定方法に従い、対象者は口腔内を水で 30 秒間ゆすぎ、それを 3 回繰り返した。5 分間の安静後、脱脂綿(サリベット[®], Sarsted社)を 1 秒 1 回のペースで 1 分間 60 回咀嚼する

ことで唾液を採取した。採取された唾液は 3,500 回転、10 分間遠心し、回収した唾液量を測定して 1 分間の唾液分泌量(唾液分泌速度; ml/min)とし、その後、-50℃で冷凍保存した。

5. SIgA の測定

唾液 SIgA 濃度は抗 secretory component 抗体(Thermo Fisher Scientific)とペルオキシダーゼ標識抗ヒト IgA 抗体(MP Biomedicals)を用いた ELISA で測定した(秋本ら, 1998)。SIgA 濃度(μg/ml)と唾液分泌速度(ml/min)の積により 1 分間あたりの SIgA 分泌量(SIgA 分泌速度; μg/min)を算出した。

6.HBD-2 の測定

HBD-2 の濃度は Defensin 2 (human) ELISA kit (Phoenix Pharmaceuticals)を用い、測定した。HBD-2 濃度(pg/ml)と唾液分泌速度(ml/min)の積により 1 分間あたりの HBD-2 分泌量(HBD-2 分泌速度; pg/min)を算出した。

7. 気分の測定

気分の測定は日本語版 Profile of Mood States(POMS)短縮版(金子書房, 東京)を用いた。気分は、緊張-不安(Tension- Anxiety; T-A)、抑うつ(Depression; D)、怒り-敵意(Anger-Hostility; A-H)、活気(Vigor; V)、疲労(Fatigue; F)、混乱(Confusion; C)の 6 因子の標準化得点(T 得点)として算出した。

8. 統計

統計処理は SPSS14.0J for Windows (SPSS JAPAN Inc.)を用いて行った。測定値は平均値±標準偏差で示した。太極拳実施の前後比較には対応のある t 検定を用い、有意水準は 0.05 未満とした。対象者の性別(男性と女性)、年齢(65 歳未満と 65 歳以上)、太極拳実施時間帯(午前と午後)について、太極拳前後の SIgA 分泌速度変化と HBD-2 分泌速度変化における交互作用の確認の

ため、分散分析を行った。交互作用が認められた要因については群分けを行って検討した。

Ⅲ.結果

1.唾液分泌および SIgA 分泌

唾液分泌速度の変動は図 1 に、SIgA 濃度の変動は図 2 に、SIgA 分泌速度の変動は図 3 に示す。唾液分泌速度では、太極拳実施前では $1.40 \pm 0.40 \text{ ml/min}$ 、太極拳実施後では $1.41 \pm 0.46 \text{ ml/min}$ であり、有意差が認められな

かった。

SIgA 濃度では、太極拳実施前では $16.31 \pm 8.49 \mu\text{g/ml}$ 、太極拳実施後では $17.53 \pm 8.42 \mu\text{g/ml}$ であり、有意差が認められなかった。

SIgA 分泌速度では、太極拳実施前では $22.18 \pm 12.78 \mu\text{g/min}$ 、太極拳実施後では $23.01 \pm 9.47 \mu\text{g/min}$ であり、有意差が認められなかった。性別、年齢、太極拳実施時間帯について交互作用は認められなかった。

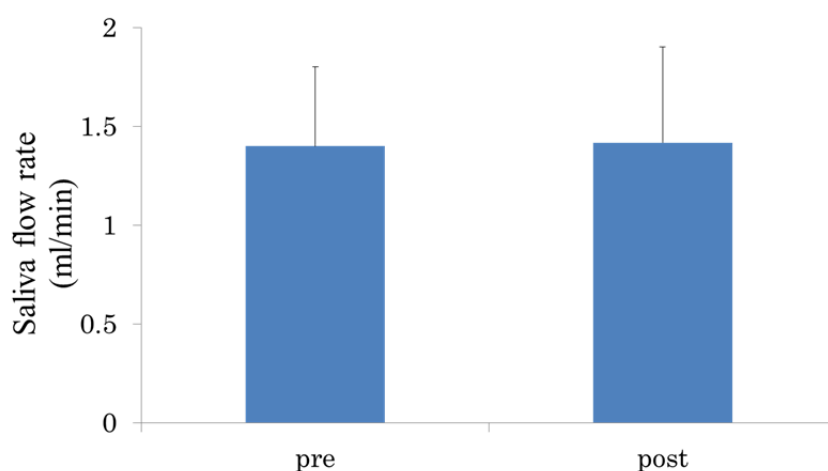


図 1.太極拳実施前後の唾液分泌速度
pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
値は平均値±標準偏差 (n=31)

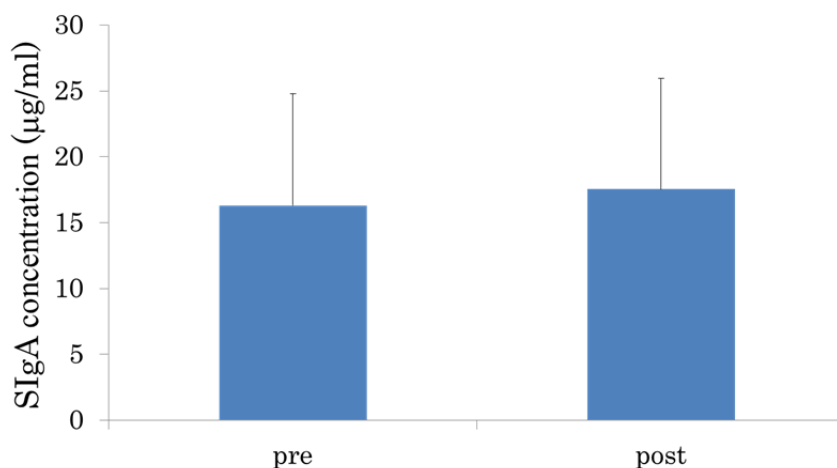


図 2.太極拳実施前後における SIgA 濃度
pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
値は平均値±標準偏差 (n=31)

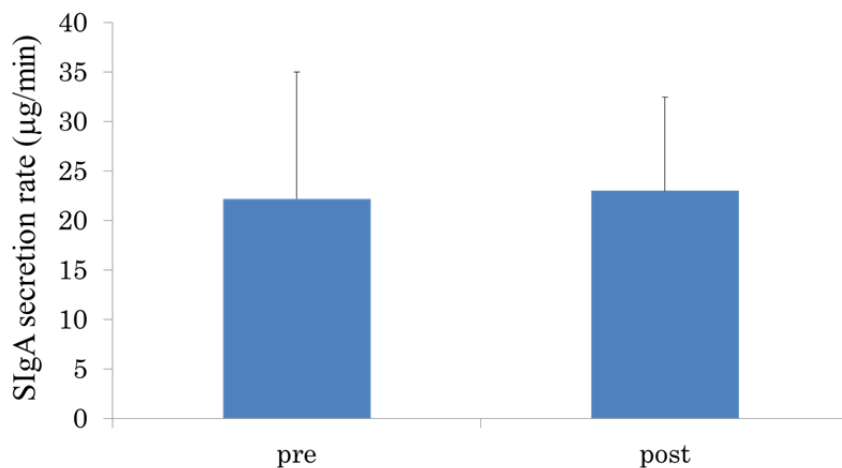


図 3.太極拳実施前後における SIgA 分泌速度
pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
値は平均値±標準偏差(n=31)

2.HBD-2 分泌

HBD-2 濃度の変動は図 4 に、HBD-2 分泌速度の変動は図 5 に示す。HBD-2 濃度は、太極拳実

施前に 218.04±245.52pg/ml、太極拳実施後には 171.92±189.52pg/ml となり、有意な低下が認められた($p<0.05$)。

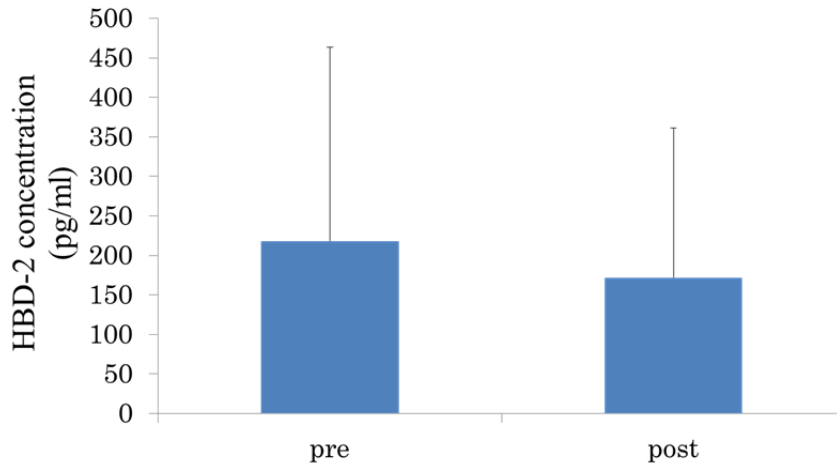


図 4. 太極拳実施前後における HBD-2 濃度
pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
値は平均値±標準偏差(n=31) * $p<0.05$

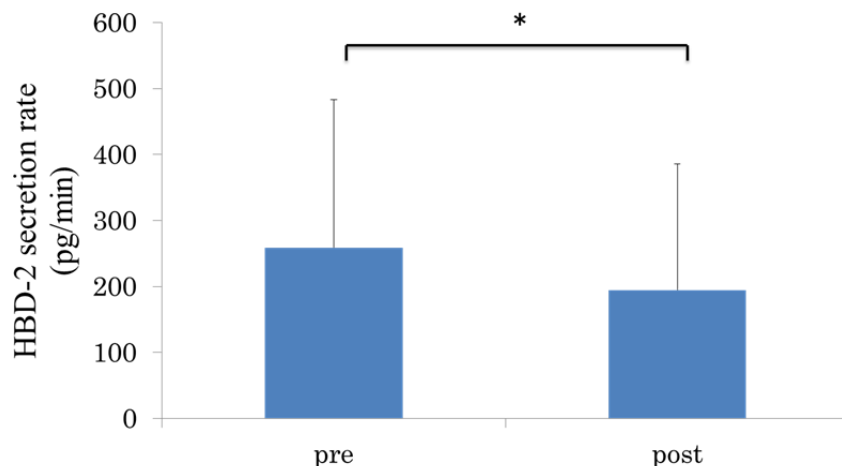


図 5. 太極拳実施前後における HBD-2 分泌速度
pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
値は平均値±標準偏差(n=31) * p<0.05

HBD-2 分泌速度は、太極拳実施前では 258.62±224.61pg/min、太極拳実施後では 194.66±190.92pg/min であり、有意な低下が認められた(p<0.05)。性別 (p=0.049) と年齢 (p=0.049) において交互作用が認められたため、65 歳未満の男性、65 歳未満の女性、65 歳以上の男性、65 歳以上の女性の 4 群に分けたが、65 歳未満の男性は 1 人しかいなかったため、残りの 3 群について検討した。

1). 65 歳未満の女性群 (n=8)

HBD-2 分泌速度の変動は図 6 に示す。HBD-2 分泌速度は、太極拳実施前では 238.11±216.46pg/min、太極拳実施後では 209.65±199.48pg/min であり、平均値は低下しているものの、有意な変化ではなかった (p=0.339)。

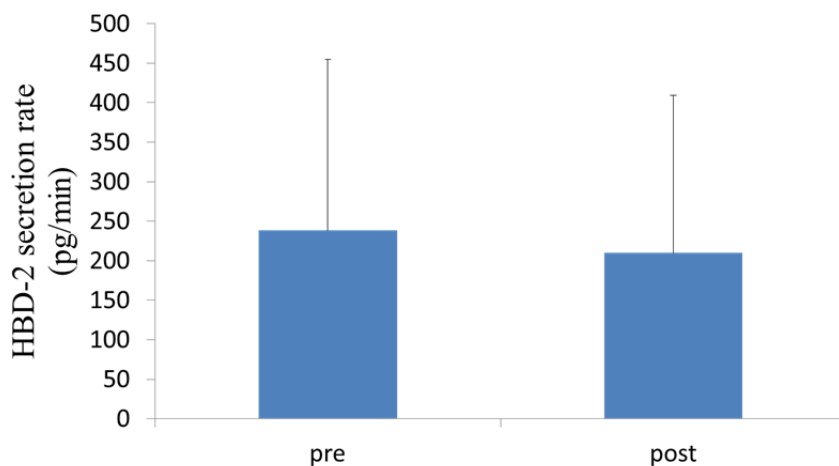


図 6. 65 歳未満女性群の太極拳実施前後の HBD-2 分泌速度
pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
値は平均値±標準偏差(n=8)

2). 65 歳以上の男性群 (n=13)

HBD-2 分泌速度の変動は図 7 に示す。HBD-2

分泌速度は、太極拳実施前では 207.23±206.22pg/min、太極拳実施後では

191.17±238.16pg/min であり、平均値は低下し (p=0.536)。
 ているものの、有意な変化ではなかった

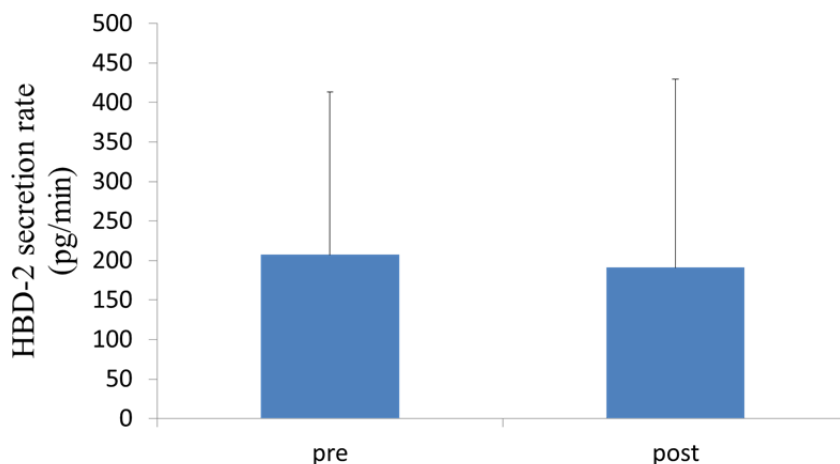


図 7. 65 歳以上男性群の太極拳実施前後の HBD-2 分泌速度
 pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
 値は平均値±標準偏差(n=13)

3). 65 歳以上の女性 (n=9) 311.78±246.72pg/min、太極拳実施後では
 HBD-2 分泌速度の変動は図 8 に示す。HBD-2 192.32±127.2pg/min であり、有意な低下が認
 分泌速度は、太極拳実施前では められた(p=0.045)。

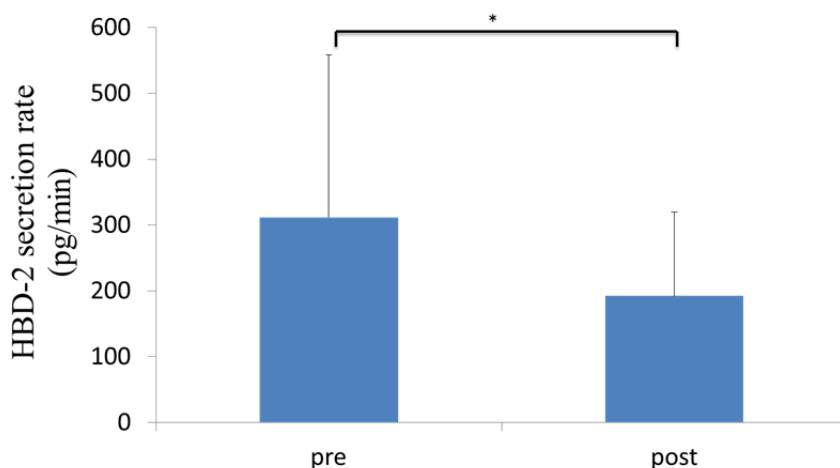


図 8. 65 歳以上女性群の太極拳実施前後の HBD-2 分泌速度(n=9)
 pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後
 値は平均値±標準偏差(n=9) * p<0.05

3.気分の測定 41.90±11.71、Fでは 38.80±5.23、Cでは
 POMSの変動は図 9 に示す。標準化した T 得点 46.45±5.79、太極拳実施後では T-A では
 では、太極拳実施前では T-A では 37.77±5.05、 36.19±2.90、D では 40.06±1.48、A-H では
 D では 42.35±5.05、A-H では 38.87±3.21、V 37.25±1.03、V では 45.35±12.05、F では

38.70±4.23、C では 44.35±4.75 であり、D、 A-H、C で有意な改善が認められた(p<0.05)。

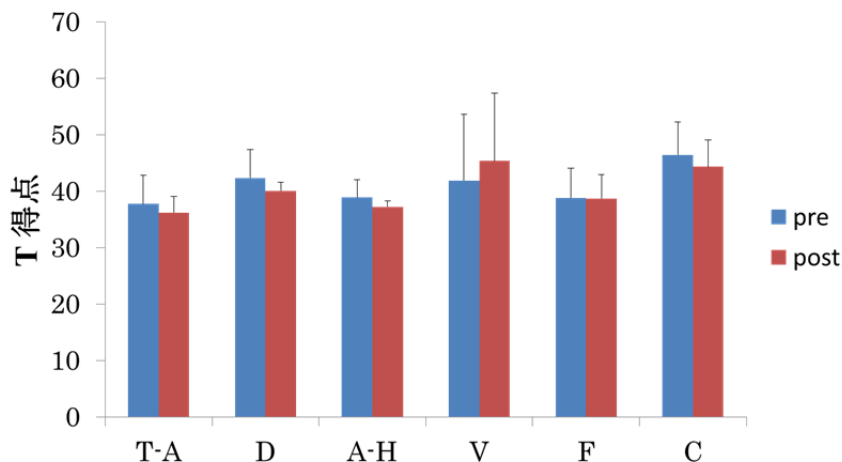


図 9.太極拳実施前後の POMS の 6 因子の変化

pre: 太極拳実施前, post: 太極拳実施後

T-A; Tension-Anxiety, D; Depression, A-H; Anger-Hostility, V; Vigor, C; Confusion
値は平均値±標準偏差(n=31) * p<0.05

IV. 考察

中高齢者が容易に取り組むことができる太極拳については体力テストや精神的な改善に関する多くの研究がされている。しかし、1 回の太極拳実施による免疫機能の変化についてはあまり検討されていない。そこで本研究では、WASEDA Club 2000 の太極拳教室に参加している中高齢者 31 名を対象とし、1 回 90 分間の太極拳実施における唾液中 SIgA 分泌速度と HBD-2 分泌速度、および主観的な気分の変化について検討した。

太極拳実施前後で、唾液中 SIgA 分泌速度は有意な変化は認められなかった。HBD-2 分泌速度は、性別と年齢に交互作用を認めたため、群分けして検討し、65 歳以上の女性群において有意な低下が認められた。高齢者の太極拳実施による唾液 HBD-2 分泌速度の低下については、本研究が初めての報告である。

太極拳は中高齢者が継続して実施すると、体力の向上が得られると報告されており(Thomas et al., 2005; Lu et al., 2003; Goon et al., 2009; 金ら, 2006; Maciaszek et al., 2007)、中高齢者において健康保持・増進のために広く実施されている。しかし今回の結果は、太極拳実施

により唾液 SIgA は変化しないものの、唾液 HBD-2 が低下して口腔内免疫機能の低下を引き起こす可能性があることを示唆するものである。

SIgA は粘膜表面の局所免疫で主たる役割をはたしている(Gleeson et al., 1999; Tamura et al., 2004)。唾液中 SIgA は一過性の高強度持久性運動によって一時的に低下する(Mackinnon et al., 1993)。太極拳による SIgA の変化については、先行研究では中高齢者を対象とした 1 回 40 分間の太極拳実施によって、唾液中 SIgA が有意に増加したと報告されている(阿部, 2007)が、本研究では有意な変化は見られなかった。本研究では運動強度の測定は実施していないが、中高齢者の太極拳実施における運動強度は 40~59%HRmax と報告されている(笹本, 2005)。低中強度の一過性運動(ランニング)では、本研究と同様に SIgA は変化しないとの報告もあり(McDowell et al., 1991)、低中強度運動による SIgA の変化については一定の見解がない。また、本研究の太極拳教室は 90 分間であり、太極拳の実施内容も先行研究とは同じではないことが、異なる結果となった要因とも考えられる。先行研究では、太極拳経験 7 年以上の熟練者群では太極拳実施後に SIgA が

増加したが、非熟練者群では変化しなかったとも報告されている(笹本ら, 2005)。本研究の対象者は太極拳の経験が 1 年未満から 13 年まであり、経験年数が 7 年未満の者が 31 名中 18 名であった。今回は対象者数が多くないため経験年数による検討は行っていないが、非熟練者と熟練者、さらに太極拳の実施内容によって SIgA の変化が異なる可能性が考えられる。なお、先行研究と本研究の対象者の平均年齢はほぼ同じであり、対象者の年齢の違いによる影響は考えられない。

ディフェンシンは自然免疫機能に関与している塩基性抗菌ペプチドで、3 つの鎖内ジスルフィド結合をもつ 35 から 40 アミノ酸からなるタンパク質である。 α ディフェンシンは主に好中球やパネート細胞が産生する(エッセンシャル免疫学, 2010)。また、 β ディフェンシンは口腔や気道の上皮細胞が産生する。 β ディフェンシンのうち HBD-2 は細菌感染や炎症性サイトカインの刺激によって誘導され、急性炎症との関係が指摘されている(Tomita et al., 2002)。

高強度運動は炎症性サイトカイン産生を促進し(Ostrowski et al., 1999)、唾液 HBD-2 濃度を増加させると報告されている(Usui et al., 2011)。高強度運動では炎症性サイトカインの産生だけでなく、コルチゾール分泌が増加する。HBD-2 はコルチゾールによって産生が抑制されると報告されており(Tomita et al., 2002)、高強度運動では HBD-2 産生量はコルチゾール分泌量と負の相関が認められ、高強度運動時の HBD-2 産生増加がコルチゾールによって抑制されることが示唆されている(Usui et al., 2011)。今回はコルチゾールの測定は実施しなかったため、コルチゾールの関与は解析できなかった。コルチゾール分泌は早朝に高く夜には低い著明なサーカディアンリズムが知られているが、本研究では太極拳実施時間帯が HBD-2 分泌に交互作用をもつことは検出できなかった。コルチゾール分泌は精神的なストレスや身体的ストレスによって誘導される(Greiwe et al., 1999)ため、コルチゾールの関与

については太極拳教室実施前に安静状態を設けて条件を一定にしてさらに検討する必要がある。

POMS は運動の精神的な効果を検討するためによく使われ、運動の効果だけではなく、音楽治療によるリラクゼーション効果に関する報告もある(小竹ら, 2004)。本研究では、POMS の結果では 90 分間の太極拳実施において有意な改善が認められた。先行研究では、高齢者の 40 分の太極拳の実施で T-A、D、A-H、C が減少し、V は増加した(阿部, 2007)。また、健康な成人の 60 分間太極拳実施では T-A、D、A-H、F、C のネガティブな気分が減少し、V のポジティブな気分が増加したと報告されている(Jin, 1989)。本研究でも太極拳を実施することで D、A-H、C の有意な改善が観察された。POMS の改善はリラクゼーション効果と考えられ、一般的には副交感神経系の活動が優位になることにより引き起こされる。太極拳実施中は交感神経が刺激され、コルチゾール分泌もおこるが、太極拳終了時には副交感神経系が優位となり、太極拳の実施中と終了後では交感神経系と副交感神経系の活動シフトが起きる可能性が推定できる。

太極拳と同じように、中高齢者の健康保持・増進のために実施できると考えられるヨガについては、今回の太極拳の結果とは異なる結果が報告されている。先行研究ではヨガの実施によって HBD-2 が増加し、POMS の結果も改善した(Eda et al., 2013)。今回の太極拳の研究では、POMS の改善はみられたものの SIgA は変化せず、HBD-2 は減少した。先行研究のヨガはストレッチングヨガといわれ、リラックス動作が多く、座位や横になった姿勢で行う動作が多い。本研究の太極拳は 90 分間立って深呼吸をしながら太極拳の動作を行ったので、相対的にストレッチングヨガよりも運動強度が高くなった可能性が考えられる。また、本研究の 65 歳以上女性群の平均年齢 (69.77 ± 3.66) は先行研究のストレッチングヨガの対象者の平均年齢 (60.4 ± 8.0) よりも約 9 歳高かった。これらの要因によって、HBD-2 産生

を刺激する炎症性サイトカインと HBD-2 産生を抑制するコルチゾールの分泌割合に差異が生じた可能性が考えられるが、詳細は不明である。ヨガと太極拳はともに中高齢者が手軽に実施できる低中強度の運動と考えがちであるが、口腔内免疫機能に対する影響は異なる可能性が示唆された。

V.まとめ

太極拳の実施は中高齢者にとってリラクゼーション効果はあるが、唾液中の抗菌ペプチドの HBD-2 を減少させ、口腔内免疫機能を抑制する可能性が示唆された。太極拳は、中高齢者が安全に実施できる健康運動として人気があるが、安全な実施方法については、唾液 HBD-2 のような免疫学的指標をもとに評価する必要があると考えられる。

文献

- ・阿部 絢子(2007) 高齢者の身体活動量と免疫機能との関係. 2007 年修士論文,早稲田大学人間科学研究科
- ・赤間 高雄,秋本 崇之(1995) スポーツ活動が口腔局所免疫能に与える影響-唾液採取法の検討-, 平成 7 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.IV スポーツ活動が免疫に与える影響に関する研究 -第 2 報- 7-17
- ・赤間 高雄,木村 文律,小泉 佳右,清水 和弘,秋本 崇之,久野 譜也,河野 一郎(2005) 42 ヶ月間の運動継続による中高齢者の唾液分泌型免疫グロブリン A の変化. スポーツ科学研究. 2, 122-127
- ・Fuminori Kimura, Kazuhiro Shimizu, Takao Akama, Takayuki Akimoto, Shinya Kuno, Ichiro Kono(2006) The effects of Walking Exercise Training on Immune Response in Elderly Subjects. International Journal of Sport and Health Science. 4, 508-514
- ・Gleeson M, McDonald WA, Pyne DB, Cripps AW, Francis JL, Fricker PA, Clancy RL(1999) Salivary IgA levels and infection risk in elite swimmers. Med Sci Sports Exerc. 31(1), 67-73
- ・Goon JA, Aini AH, Musalmah M, Anum MY, Nazaimoon WM, Ngah WZ(2009) Effect of Tai Chi exercise on DNA damage, antioxidant enzymes, and oxidative stress in middle-age adults. J Phys Act Health. 6(1), 43-54
- ・Greiwe Js, Hickner RC, Shah SD, Cryer PE, Holloszy JO(1985) Norepinephrine response to exercise at the same relative intensity before and after endurance exercise training. J Apple Physiol. 86(2), 531-535
- ・Jin P(1989) Changes in heart rate, noradrenaline, cortisol and mood during Tai Chi. J Psychosom Res. 33(2), 197-206
- ・金 信敬,黒沢 和生,斎藤 信夫(2006) 太極拳運動が地域高齢者の身体機能と健康関連 QOL に及ぼす効果. 国際医療福祉大学紀要. 11(2) 10-16
- ・Ko GT, Tsanq PC, Chan HC(2006) A 10 -week Tai-Chi program improved the blood pressure, lipid profile and SF-36 scores in Hong Kong Chinese women. Med Sci Monit. 12(5), CR196-CR199
- ・小竹 訓子,中村 恵子,高橋 由紀(2004) 音楽療法のリラクゼーション効果に関する研究. 県立長崎シーボルト大学看護栄養学部紀要. 5, 1-10
- ・Lu WA, Kuo CD(2003) The effect of Tai Chi Chuan on the autonomic nervous modulation in older persons. Med Sci Sports Exerc. 35(12), 1972-1976
- ・Maciaszek J, Osinski W, Szeklicki R, Stemplewski R(2007) Effect of Tai Chi on body balance:Randomized controlled trial in men with osteopenia or osteoporosis. Am J

- Chin Med. 35(1), 1-9
- ・ Mackinnon LT, Ginn E, Seymour GJ(1993) Decreased salivary immunoglobulin A secretion rate after intense interval exercise in elite kayakers. *Eur J Appl Physiol.* 67, 180-184
 - ・ McClelland DC, Alexander C, Marks E(1982) The need for power stress, immunefunction and illness among male prisoners. *J Abnorm Psychol.* 91(1), 61-70
 - ・ Nieman DC(1994) Exercise, Infection and immunity. *Int J Sports Med.* 15, 131-141
 - ・ Nobuhiko Eda, Kazuhiro Shimizu, Satomi Suzuki, Yoko Tanabe, Eunjae Lee, Takao Akama(2013) Effects of yoga Exercise on salivary beta-defensin 2. *Eur J Appl Physiol.* 113, 2621-2627
 - ・ Ostrowski K, Rohde T, Asp S, Schjerling P, Pedersen BK(1999) Pro-and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *J Physiol* 515(1), 287-291
 - ・ Pedersen BK, Rohde T, Ostrowski K(1998) Recovery of the immune system after exercise. *Acta Physiol Scand.* 162(3), 325-332
 - ・ Peter Parham (2010) エッセンシャル免疫学 第2版, 株式会社 メディカル・サイエンス・インターナショナル, pp.41-42
 - ・ Roberts Thomson IC, Youngchaiyud U, Whittingham S, Mackay IR(1974) Ageing, immune response, and mortality. *The Lancet.* 2(7877), 368-370.
 - ・ 笹本 重子,阿部 絢子,赤間 高雄,佐藤 佳代子(2005) 楊名時太極拳が中高齢者の口腔内局所免疫機能へ与える影響. *J. Exerc. Sci.* 15, 1-7
 - ・ Tamura S, Kurata T(2004) Defense Mechanisms against Influenza Virus Infection in the Respiratory Tract Mucosa. *Jpn. J. Infect. Dis.* 57, 236-247
 - ・ Tatsuya Usui, Takahiro Yoshikawa, Keisuke Orita, Shin-ya Ueda, Yosshihiro Katsura, Shigeo Fujimoto, Mamiko Yoshimura(2011) Changes in salivary antimicrobial peptides, immunoglobulin A and cortisol after prolonged strenuous exercise. *Eur Apple Physiol.* 111, 2005-2014
 - ・ Thomas GN, Hong AW, Tomlinson B, Lau E, Lam CW, Sanderson JE, Woo J(2005) Effect of Tai Chi and resistance training on cardiovascular risk factors in elderly Chinese subjects:A 12-month longitudinal, randomized, controlled intervention study. *Clin Endocrinol(Oxf).* 63(6), 663-669
 - ・ 総務省統計局, 高齢者の人口 (2014)<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi721.htm>
 - ・ Tomita T, Nagase T, Ohga E, Yamaguchi Y, Yoshizumi M, Ouchi Y(2002) Molecular mechanisms underlying human beta-defensin-2 gene expression in a human airway cell line (LC2/ad). *Respirology.* 7, 305-310