



Juntendo Health Science Journal

順天堂保健医療学雑誌

vol.

4

順天堂大学保健医療学雑誌第4巻第1号

目次

巻頭言

順天堂保健医療学雑誌第4巻発行にあたって.....	代田 浩之.....	1
---------------------------	------------	---

論説

日本における理学療法技術の進歩.....	高橋 哲也.....	2
医療マンガが理学療法の社会的認知に与える影響について.....	藤野雄次、高橋哲也.....	8

原著

条件つき敵対生成ネットワークによる 頭部 MRI のモーションアーチファクトの低減.....	有田 晃大 他.....	11
中殿筋力増強運動と神経筋電気刺激がジャンプ着地時の 膝外反角および下肢の多方向リーチ動作に及ぼす即時効果.....	渡邊 諄大 他.....	18
健常若年者における膝伸展 1 repetition maximum 予測式モデルの構築.....	清水 廉斗 他.....	26

研究報告

腰部に負担の少ない乳幼児用の抱っこ紐の開発.....	松田 雅弘 他.....	35
シミュレーションデータを用いた条件付き敵対生成ネットワークによる スパース投影 CT の画質改善.....	神山 彩絵 他.....	40

実践報告・その他

臨床実習型短期留学.....	清水 廉斗 他.....	45
カナダへの語学教育型短期留学に参加して.....	門田 涼花.....	49
保健医療学部市民公開講座の実践.....	澤 龍一.....	52
認知症予防へ向けた実践の最前線.....	國枝 洋太.....	55
認知症の予防、介入、早期診断.....	中西 淳.....	58
学生として学会で発表するという経験 (第50回日本磁気共鳴医学会の体験記).....	富田康暉、福永一星.....	61
学術集会 LIFE2022 における研究発表の実践報告.....	掛川 圭 他.....	63
2021 年度保健医療学部共同研究・奨励研究抄録.....		66
2022 年版 保健医療学部教員の代表的な研究・教育活動.....		74

投稿規程.....		78
-----------	--	----

編集後記.....		81
-----------	--	----

順天堂保健医療学雑誌第4巻発行にあたって

順天堂大学保健医療学部は、2022年に設立4年目となり完成年度を迎えた。2023年3月には診療放射線学科114名、理学療法学科116名の第1期生が卒業し、国家試験も理学療法学科100%、診療放射線学科98.2%の合格率で、就職率もほぼ100%にすることができた。また、2022年8月に文部科学省から正式に認可された大学院修士課程は、2023年4月に開講する予定である。今年度の国際連携活動では、5月にシンガポールの Singapore General Hospital 及び Singapore Institute of Technology と Web シンポジウムを行い、8月には理学療法学科の5名が新型コロナウイルス感染症の流行で延期となっていた海外研修を実施した。

さて、保健医療学雑誌第4巻は、この1年間の活動を反映して、大変充実した内容になっている。論説では、前述の国際シンポジウムの紹介を中心に、理学療法分野での研究開発の最先端情報を紹介されている。また、コミック『境界のエンドフィール』を監修されている藤野雄次先生が、医療漫画の社会における役割を議論されている。原著や研究報告では、4年生の卒業研究の内容が報告されている。いずれも大変興味深い内容で、卒業研究と国家試験対策を並行して進めた4年生と、指導してくれた教員の皆さんに心から敬意を表したい。実践報告では、海外研修や今年度の市民公開講座、そして学生の学会報告が紹介され、この学部の教育研究活動が充実してきたことが実感できる。

是非一読して、この学部の成長を確認して頂けると幸いです。

2023年3月吉日
保健医療学部学部長
代田浩之

日本における理学療法技術の進歩

高橋 哲也

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

2022年5月21日（土）に順天堂大学保健医療学部第2回国際シンポジウムが行われた。テーマは「Evolution of Health care and Technology in Singapore and Japan ~ Physical Therapy and Radiological Technology Perspectives ~（シンガポールと日本におけるヘルスケアとテクノロジーの進化～理学療法と放射線技術の視点から）」であった。本総説は、日本における理学療法技術の進歩を、中枢神経疾患に対する新しいリハビリテーション技術の開発、ICTを使った遠隔リハビリテーションの2点からまとめたものである。

キーワード：順天堂大学、保健医療学部、国際シンポジウム

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，2-7頁，2023年

はじめに

2022年5月21日（土）順天堂大学保健医療学部第2回国際シンポジウム（図1）が小川秀興講堂で行われた。テーマは「Evolution of Health care and Technology in Singapore and Japan ~ Physical Therapy and Radiological Technology Perspectives ~（シンガポールと日本におけるヘルスケアとテクノロジーの進化～理学療法と放射線技術の視点から）」であった。プログラムは表1に示す通りで、コロナ禍の中、現地参加に加えてWeb参加を推奨し、順天堂大学保健医療学部の学部生638名、教職員50名、シンガポールからは教員と学生あわせて88名、合計で776名が参加した。

本総説はその時の講演の一部をまとめたものである。

中枢神経疾患に対する新しいリハビリテーション技術の開発

順天堂大学保健医療学部理学療法学科は、神経系理学療法、運動器・スポーツ系理学療法、内部障害系理学療法の3つの専門分野をコアとした教員組織やカリキュラで構成されている。

その中でも、神経系理学療法は理学療法学科の中核であり、理学療法学の花形であるといっても過言ではない。その神経系理学療学分野では、臨床神経生理学、リハビリテーション工学、神経科学の最新の知識

と技術を融合し、脳卒中、脊髄損傷、神経変性疾患（パーキンソン病など）などの中枢神経系疾患後の新しいリハビリテーション技術の開発とその効果メカニズムの検証が進んでいる。特に神経可塑性を誘導する新しいリハビリテーション治療方法の発展は目を見張るものがある（図2）¹⁾。

1. 経頭蓋磁気刺激

経頭蓋磁気刺激は、磁気を利用して繰り返し脳に刺激を与えることから、反復経頭蓋磁気刺激療法（repetitive Transcranial Magnetic Stimulation : rTMS）と呼ばれている。装置の詳細は省略するが、TMSはニューロモデュレーション（Neuromodulation）と呼ばれる治療法のひとつで、特殊なコイルに電流を流すことで磁場を発生させ、その磁場を変化させることで脳の中に誘導電流（渦電流）を引き起こして脳内をピンポイントで規則的に刺激することができる。この磁気刺激を繰り返すことで、脳内の神経細胞を活性化させることが期待でき、また、皮質の興奮性を変更することによって脊髄の可塑性を変更できる²⁾。TMSは薬物療法によるコントロールが難しいうつ病や強迫性障害患者への新たな治療の選択肢として、2019年に保険適用となっている。

一般の方の中にはダメージを受けて機能が低下した脳細胞を再び活性化させる治療と誤って理解している方も少なくないが、健常な脳組織を刺激して代謝を亢

責任著者：高橋哲也

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

〒113-0033 東京都文京区本郷3-2-12 御茶の水センタービル

E-mail: te-takahashi@juntendo.ac.jp

第2回国際シンポジウム
2022年5月21日(土) 13:00~16:30

The 2nd JUHS International Symposium

Evolution of Health care and Technology
in Singapore and Japan



Celia Tan
Professor
Director
Allied Health
SingHealth Services



Benjamin Soon
Associate Professor
Program Director
Singapore Institute
of Technology



Christopher LAI
Associate Professor
Program Director
Singapore Institute
of Technology



Tetsuya Takahashi
Professor
Department of
Physical Therapy
Juntendo University



Atsushi Nakanishi
Professor
Department of
Radiological Technology
Juntendo University



図1 第2回国際シンポジウムの広報用フライヤー

進させることで、脳神経活動を活発化させる治療法として、慢性疼痛や脳神経疾患などへの幅広い応用が進んでいる。

2. 経皮的脊髄電気刺激法

ヒトの歩行は脊髄反射回路をもとに構成されている locomotor circuit の影響が大きい³⁾。この脊髄反射を利用することにより歩行運動の再現が可能であるとの理論がある⁴⁾。例えば、脳卒中片麻痺患者は、皮質脊髄路による下行性経路の信号の低下により、locomotor circuit が十分に活動を上げることができない状態になってしまうことで、典型的な片麻痺歩行を示す。歩行時に健側下腿筋の筋活動を感知して経皮的に脊髄を電気で刺激し、脊髄後根から刺激を入れることにより、脊髄反射回路の活動を増加させ、さらに上位中枢からの刺激に合わせて刺激することにより、脊髄可塑性を促し歩行の改善を図ることができる。この方法は、Functional Assistive Stimulation (FAST) walk⁴⁾ として研究がすすめられ、脊髄損傷患者⁵⁾ や脳卒中患者⁶⁾ の歩行障害に対する治療に応用されている。

このような神経生理学的情報に基づく非侵襲的電気

刺激による新しい治療法として、頭部への個別化されたβ帯域の発振周波数を用いた非侵襲的電気刺激を行うことで、脳卒中患者の機能回復を促進する有効なアプローチとなる可能性があることも期待されている⁷⁾。

ICT を使った遠隔リハビリテーション

ゴールドマン・サックス社では、米国のヘルスケアにおける IoT : Internet of Things (モノのインターネット) がもたらす潜在的な経済効果を324億ドルと評価している。日本でも、医療分野のIoT化やオンライン診療が発展し、診療報酬での対応についても議論が進んでいるが、遠隔リハビリテーションについては、日本の遠隔医療分野の中で最も遅れをとっている領域であるといっても過言ではなく、欧米に比べてその発展の違いは明らかである。

我が国の様な超高齢社会を迎えている先進国では、地理的な問題や時間的制約、経済的な問題により高齢者の通院困難が問題となっている。高齢者に限らずとも、昨今の新型コロナウイルス感染症による外出自粛に伴い、通院困難の問題は全世代にとって大きな課題といえる。これら通院困難は一般外来受診に限らず、

表 1 第 2 回国際シンポジウムのプログラム

第一部 Lecturer session

[Session moderators]
 Dr. Toshiyuki Fujiwara (Chairman, Department of Physical Therapy, Juntendo University)
 Dr. Shinsuke Kyogoku (Department of Radiological Technology, Juntendo University)

13:00 - 13:05 [5 min] Opening remarks
 Dr. Hiroyuki Daida (Dean, Faculty of Health Science, Juntendo University)

13:05 - 13:25 [20 min]
 What lies ahead for the Physiotherapy profession, in terms of Transformative and Innovative Leadership
 Dr. Celia Tan (Senior Director, Special projects at SingHealth Services)

13:25 - 13:45 [20 min]
 Evolution of Physical Therapy Technology in Japan
 Dr. Tetsuya Takahashi (Professor, Department of Physical Therapy, Juntendo University)

13:45 - 14:05 [20 min]
 Introduction to SIT physiotherapy programme
 Dr. Soon (Associate professor, Singapore Institute of Technology)

14:05 - 14:25 [20 min]
 Introduction to SIT DR/RT programme
 Dr. Christopher LAI (Associate professor, Singapore Institute of Technology)

14:25 - 14:45 [20 min]
 Imaging diagnosis of iNPH (idiopathic normal pressure hydrocephalus)
 Dr. Atsushi Nakanishi (Professor, Department of Radiological Technology, Juntendo University)

14:45 - 15:15 [30 min] Break

第二部 Student session

[Session moderators]
 Mr. Sota Kikuchi (Student, Department of Physical Therapy, Juntendo University)
 Mr. Abcede Angelo (Student, Singapore Institute of Technology)

15:15 - 15:35 [20 min] Opening remarks
 Dr. Toshiyuki Fujiwara (Chairman, Department of Physical Therapy, Juntendo University)
 Dr. Benjamin Soon (Singapore Institute of Technology), opening remarks
 Dr. Shawn Soh (Singapore Institute of Technology), attending
 Dr. Cindy Ng (Singapore Institute of Technology), attending

15:35 - 15:55 [20 min] Short movie and student presentation from SIT
 Mr. Abcede Angelo and team of students (Students, Singapore Institute of Technology)

15:55 - 16:15 [20 min] Short movie and student presentation from JU
 Ms. Aoi Sinjo, Ms. Rino Nagata, Mr. Keitaro Nakano, Mr. Tomohiro Hatano, Ms. Kana Mori, Mr. Shunta Yamaguchi (Students, Department of Physical Therapy, Juntendo University)

16:15 - 16:25 [10 min] Closing remarks
 Dr. Tetsuya Takahashi (Professor, Department of Physical Therapy, Juntendo University)

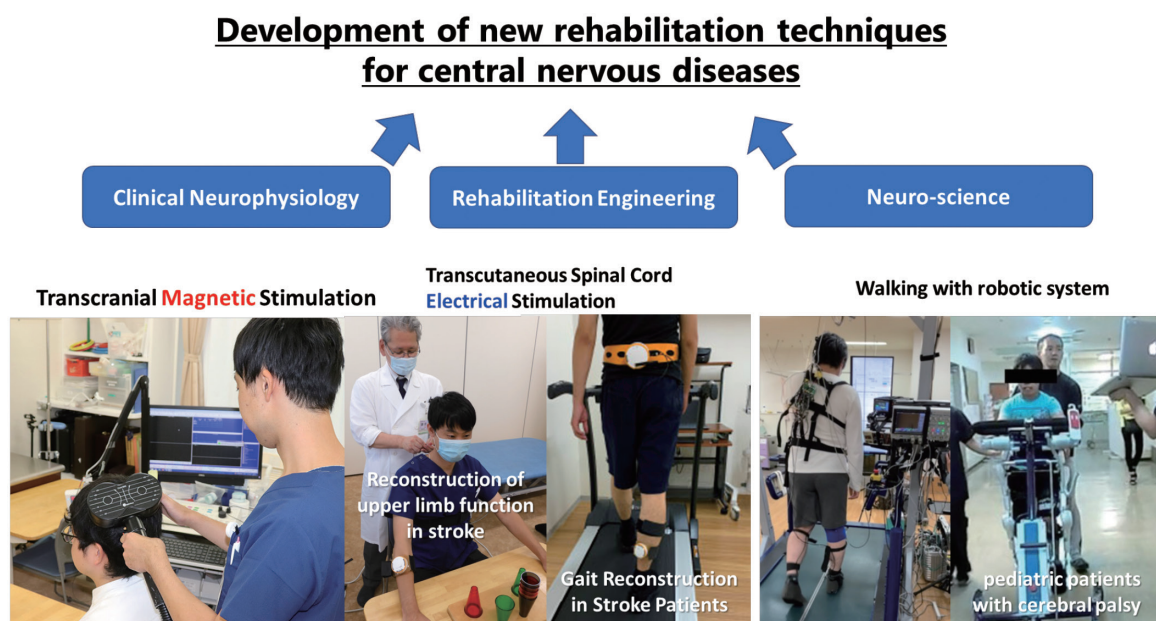


図 2 中枢神経疾患に対する新しいリハビリテーション技術の開発例

さまざまな疾患・外傷・病態により生じた機能障害の回復のために行われるリハビリテーションにも及んでおり、「遠隔診療」同様、外来通院困難を克服するための「遠隔リハビリテーション」に期待が集まっている。

遠隔リハビリテーションはビデオ通話で体調を確認するいわゆるテレナーシングとは異なり、電気通信技術をサービス提供媒体として、離れた場所にいる患者に対して、IoTを駆使して、機能回復のための運動療法に加えて、メンテナンス、相談、助言、教育などのあらゆるケアを提供する医療サービスである。しかし、単に映像を見ながら運動をするだけではなく、双方向性遠隔リハビリテーションの構築が喫緊の課題と言える。また、中長期的な回復を支援するためには、患者がいつでもどこでも処方されたリハビリテーションを自ら実行できることが重要で、飽きずに継続できるサポートシステムも欠かせない。そのためには遠隔リハビリテーションに特化した機能を持つリハビリテーション機器・システムが必要である。

1. 遠隔心臓リハビリテーション^{8) 9)}

近年、IoTの進歩により、様々な医療機器やウェアラブルデバイスを通じて測定した生体情報データをリアルタイムに遠隔監視できるようになった。血圧計、体重計、体温計、心電図、酸素飽和度計、身体活動量計、血糖値計、呼吸センサーなどは既にIoT化され、患者は自宅に居ながらにして自分の生体情報をサーバ

やクラウドに上げることができ、医療従事者も医療機関以外からでも患者の生体情報に簡単にアクセスできるようになっている。

我々は自宅と病院をインターネットで結び、心電図、血圧、酸素飽和度をリアルタイムでモニタリングしながら、1対1のビデオ通話機能を用いて体調や自覚症状、日々の血圧や歩数、体重の変化を確認したり、表情や下肢の浮腫を確認したり、運動機能や下肢機能の確認を行っている(図3)。外来通院と同様の運動療法、患者教育、心理的サポートなどの包括的な心臓リハビリテーションが実施可能で、高齢患者であっても、機器の操作を簡略化すれば操作に大きな問題はない。

また、我々はエクササイズバイクをIoT化し、患者の自宅と順天堂大学を仮想プライベートネットワーク(IPsec-VPN)で結び、ビデオ通話に加えて、心電図や酸素飽和度などの生体情報をリアルタイムで監視しながら運動療法を行う遠隔心臓リハビリテーションシステムを開発している。心臓リハビリテーションはリハビリテーションの診療報酬体系でも集団運動療法が認められているユニークな治療方法である。そのため遠隔心臓リハビリテーションにおいても、1対1の個別運動療法と1対nの集団運動療法の形態が考えられ、我々は、対在宅患者のD to Pでの1対nの遠隔心臓リハビリテーションシステムを開発中である(図4)。

まとめ

順天堂大学保健医療学部第2回国際シンポジウムで

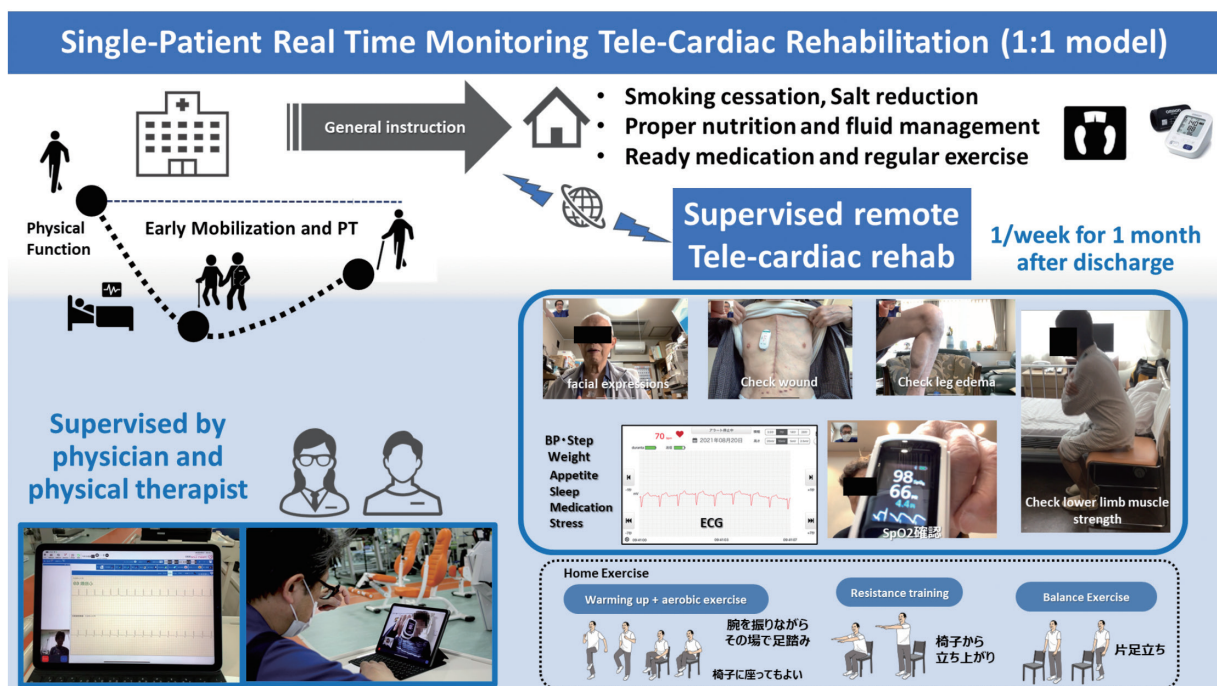


図3 遠隔心臓リハビリテーション (1:1モデル)

Muilt-Patient Real Time Monitoring Tele-Cardiac Rehabilitation (1:n model)

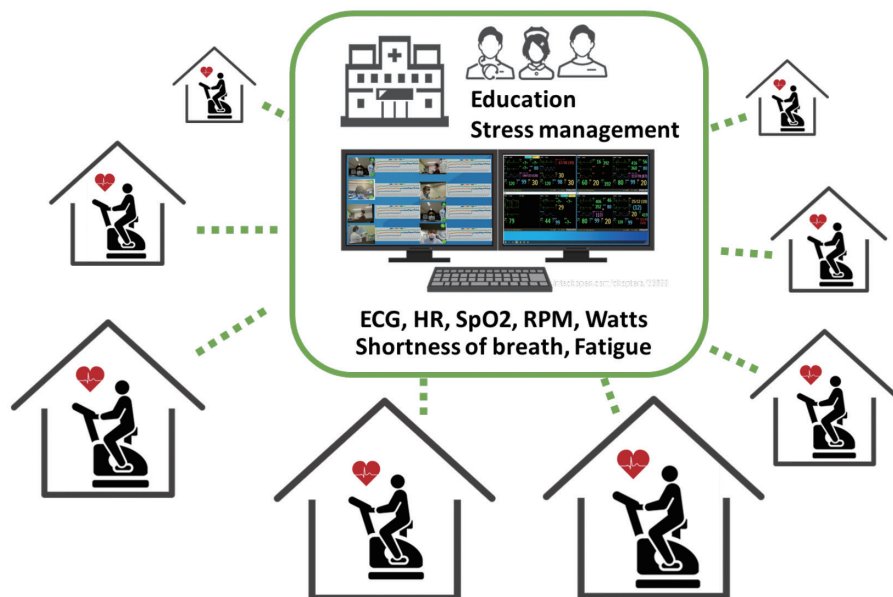


図4 遠隔心臓リハビリテーション (1:nモデル)

の講演内容「Evolution of Physical Therapy Technology in Japan (日本における理学療法技術の進歩)」の一部をまとめた。

今後は情報通信技術やセンサー技術、画像解析技術がさらに進み、理学療法への応用も進むと考えられる。順天堂大学では2023年4月に順天堂大学大学院保健医療学研究科修士課程を開設する。このような最新の理学療法技術の開発や治療効果の検証を通じて、理学療法学の発展に貢献していきたいと考えている。

謝 辞

順天堂大学保健医療学部第2回国際シンポジウムに関わられたすべての方に感謝いたします。

倫理的配慮

本総説には、人間または動物を対象として実施された研究は含まれていない。

利益相反

本総説における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) 藤原俊之. 神経可塑性を誘導する新しいリハビリテーション治療. *Jpn J Rehabil Med.* 2019; 56: 717~721
- 2) Yamaguchi T, Fujiwara T, Lin SC, Takahashi Y, Hatori K, Liu M, et al: Priming With Intermittent Theta Burst

Transcranial Magnetic Stimulation Promotes Spinal Plasticity Induced by Peripheral Patterned Electrical Stimulation. *Front Neurosci.* 2018; 12: 508.

- 3) Jackson A, Zimmermann JB: Neural interfaces for the brain and spinal cord—restoring motor function. *Nat Rev Neurol.* 2012; 8: 690-699.
- 4) 藤原俊之: 歩行障害のリハビリテーション治療—経皮的脊髄電気刺激—. *Jpn J Rehabil Med.* 2018; 55: 757~760.
- 5) Yamaguchi T, Fujiwara T, Tsai YA, Tang SC, Kawakami M, Mizuno K, et al: The effect of anodal transcranial direct current stimulation and patterned electrical stimulation on spinal inhibitory interneurons and motor function in patients with spinal cord injury. *Exp Brain Res* 2016; 234: 1460-1478.
- 6) Takahashi Y, Fujiwara T, Yamaguchi T, Matsunaga H, Kawakami M, Honaga K, et al: Voluntary contraction enhances spinal reciprocal inhibition induced by patterned electrical stimulation in patients with stroke. *Restorative Neurol Neurosci.* 2018; 36: 99-105.
- 7) Kudo D, Koseki T, Katagiri N, Yoshida K, Takano K, Jin M, et al: Individualized beta-band oscillatory transcranial direct current stimulation over the primary motor cortex enhances corticomuscular coherence and corticospinal excitability in healthy individuals. *Brain Stimul.* 2022; 15: 46-52.
- 8) 高橋哲也, 藤原俊之, 代田浩之: 遠隔心臓リハビ

リハビリテーションの現状と未来. 遠隔心臓リハビリテーションの現状と未来. *Monthly Book Medical Rehabilitation*. 2022; 278: 1~7.

9) 高橋哲也, 代田浩之: 高齢者のための遠隔心臓リハビリテーションの最前線. *Geriatric Medicine (老年医学)*. 2022; 60(11): 1023~1027.

Abstract

Evolution of physical therapy technology in Japan

Tetsuya Takahashi

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

The 2nd International Symposium of Juntendo University School of Health Sciences was held on Saturday, May 21, 2022. The theme was "Evolution of Health care and Technology in Singapore and Japan ~Physical Therapy and Radiological Technology Perspectives~". This review summarizes two advances in physiotherapy technology in Japan: the development of new rehabilitation techniques for central nervous system disorders and telerehabilitation using ICT.

Key Words: Juntendo University, School of Health Sciences, International Symposium

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 2-7, 2023]

医療マンガが理学療法士の社会的認知に与える影響について

藤野雄次, 高橋哲也

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

本稿では、医療マンガ監修の経験から、理学療法士養成機関がマンガを媒体として情報発信をする意義について論述する。理学療法士の社会的な役割や認知度、理学療法におけるエビデンスとナラティブの考え方をもとに、現状の理学療法士の課題に対して考察する。

キーワード：理学療法、医療マンガ、エビデンス、ナラティブ

順天堂保健医療学雑誌, 第4巻, 第1号, 8-10頁, 2023年

理学療法士の社会的役割

理学療法士の国家試験合格者累計数は20万人を超えており（2022年度現在）¹⁾、これは日本の総人口の約600人にひとりが理学療法士であるという計算になる。また、理学療法養成校は2021年度時点で279校であり、1学年定員は1万4千人を超える¹⁾。理学療法士数の増加に対し、職域も拡大しており、急性期～生活期といった病期による区分、神経理学療法や循環器理学療法といった専門領域による区分、さらには保健・予防、健康増進、介護、福祉、産業などあらゆる分野で活動している。2019年4月に開学した本学理学療法学科においても、あらゆる領域において社会的役割を全うできる理学療法士の養成と、時代の変化に対応できる選ばれる理学療法士の育成に尽力している。

理学療法士の認知度

リハビリテーションあるいはリハビリという言葉は、一般的に使用され、市民権を得たものといえる。しかし、理学療法士や作業療法士は名称独占資格であるため、リハビリテーションという表現や行為は業種を限定するものではなく、医師や看護師、あん摩マッサージなどがリハビリテーションを行うことができる。また、「断食後は胃腸のリハビリ期間として消化の良いものを少しずつ食べる」など、順応や適応の意味でも用いられることから、リハビリテーションという用語が浸透しているのに対して、理学療法などの具体的な内容や役割は十分認知されているとはいえない

い。実際に、高校生を対象とした医療職の認知度を調査した報告では、医師や看護師の名前を知っている割合は100%、内容を知っている割合は90%を超える結果であったのに対し、理学療法士の名前の認知度は80.5%、職務内容の理解については28.6%であったとしている²⁾。高校生のなりたい職業ランキングでは、2020年度に8位にランキングしたものの、それ以降はランキング外であり（表1）³⁾、この背景には理学療法士という職業の認知度に対し、職務内容に関する認知度が低いことが一因であることが推察される。

理学療法におけるエビデンスとナラティブ

Evidence based medicine (EBM) とは「根拠に基づく医療」と翻訳され、EBMの動きは臨床医学のみならず、予防医学や医療政策を含めてEBMが強調されるようになってきている。医療技術の高度化、患者の意識の高まり、患者-医師関係の変化、医療資源の制約、情報技術の普及を背景としてEBMは普及し、医療における技術の有効性を厳密に分析・評価し、提示することが求められるようになってきている。しかし、一般的にEBMの科学的、普遍的な側面が強調されるあまり、医療における個々の患者の価値観や医療従事者と患者の相互対話的な対話の重要性が軽視される可能性が生じたことから、Narrative based medicine (NBM) の重要性も提唱されている⁴⁾。

NBMとは医療者と患者の対話を医療の最も本質的な行為として重要視し、最新の知見や臨床疫学的な情報などを臨床現場において医療に統合し、EBMの成

責任著者：藤野雄次

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

〒113-0033 東京都文京区本郷 3-2-12

E-mail: y.fujino.pb@juntendo.ac.jp

表 1 男子高校生のなりたい職業ランキング（出典：LINE リサーチ）

	2020年度 男子高校生 (n=520)	2021年度 男子高校生 (n=517)	2022年度 男子高校生 (n=514)
1位	国家公務員・ 地方公務員	教師・教員・ 大学教授	国家公務員・ 地方公務員
2位	システムエンジニア・ プログラマー	国家公務員・ 地方公務員	システムエンジニア・ プログラマー
3位	教師・教員・ 大学教授	システムエンジニア・ プログラマー	機械エンジニア・ 整備士
4位	機械エンジニア・ 整備士	機械エンジニア・ 整備士	教師・教員・ 大学教授
5位	設計者・開発者・ 工業デザイナー	事務職・営業職	事務職・営業職
6位	医師	ゲーム業界の仕事	警察官・消防官・ 自衛官
7位	ゲーム業界の仕事	設計者・開発者・ 工業デザイナー	設計者・開発者・ 工業デザイナー
8位	理学療法士・ 作業療法士	学者・研究者	学者・研究者
9位	事務職・営業職	旅行業界の仕事	医師
10位	警察官・消防官・ 自衛官	医師	公認会計士

※女子高校生はいずれもランク外

果も還元していくための方法論である。Narrativeは「物語」と訳され、病を患者の人生という大きな物語の中で展開する1つの「物語」であるとみなし、「患者が主観的に体験する物語」を全面的に尊重し、医療者と患者との対話の中から、新しい物語を創造していくことを重視する医療であることから物語医療とも評される。

NBMは客観的、科学的な方法論であるEBMと対極にあるように考えられるが、EBMとNBMは患者中心の医療を実践するためのいわば車の両輪であり、統合されるべきものとされる⁵⁾。理学療法では、個別的、継続的に患者と関わることが多いため、患者との対話にも注力しやすいという利点がある。しかしながら、理学療法教育や臨床実践においては、当該領域の「標準」を教授する必要があることから、EBMに対してNBMの認識は相対的に低くなっているのが実情であろう。そのため、NBMそのものに関する教育や、EBMとの統合と臨床実践について発展させていくことが重要と思われる。

『境界のエンドフィール』に期待すること

『境界のエンドフィール』は、原作を近藤たかし氏、漫画をアントンシク氏、監修を著者らが担当している(図1)。本作は理学療法士を主人公とし、医療とサス

ペンスが融合した作品であり、集英社のジャンプ系青年誌アプリ「ヤンジャン!」において、2022年3月から連載が開始され、2023年1月時点で第16話まで配信され、コミックスは第2巻まで発売されている⁶⁾。

本稿で述べたように、日本の理学療法士数の増加や職域の拡大によって理学療法士という職業の認知は高まってきているが、具体的な職務内容の認知度は低い。本作はサスペンスを軸に描かれるマンガであるものの、理学療法士の技術や専門知識が細かく描写されている。また、エビデンスだけではなく、登場人物の「物語」に着目した物語医療が見事に描かれている。心の機微までも描写されている本作は、読者に理学療法の魅力を伝える素晴らしいツールとなり、理学療法士の職務内容の認知度の向上、ひいては理学療法士を志す高いモチベーションをもった多くの学生が本学理学療法学科を志望してくれることに寄与するものと思われる。そして、それらは将来的に理学療法の質の向上につながり、理学療法を必要とする対象者に還元できるものと期待している。

謝 辞

医療マンガ『境界のエンドフィール』での監修についてご快諾をいただいた代田浩之学部長、藤原俊之学科長、学部教職員各位に深謝いたします。また、本作



図1 境界のエンドフィール

にご協力いただいた集英社の方々、順天堂大学医学部附属順天堂医院のスタッフの皆さまに感謝の意を表します。

倫理的配慮

本論説は、人間または動物を対象として実施された研究は含まれていない。

利益相反

本論説における利益相反は存在しない。

参考文献

1) 公益社団法人日本理学療法士協会：統計情報。
<https://www.japanpt.or.jp/activity/data/>, 2023年1月15日。

2) 白濱勲二, 安田大典：神奈川県内高校生の医療福祉職の認知度、職業選択、作業療法のイメージに関する実態調査。神奈川県立保健福祉大学誌。2020; 17: 71～81。
 3) LINEリサーチ：高校生のなりたい職業ランキング。
<https://research-platform.line.me/>, 2023年1月15日。
 4) 斉藤清二：患者と医療者の物語～ Narrative Based Medicine の意義～。理学療法学。2005; 32: 445～449。
 5) 葛西龍樹：NBM (narrative based medicine)。日本医師会雑誌。2003; 129: 398-399。
 6) 近藤たかし, アントンシク：境界のエンドフィール。東京。集英社。<https://ynjn.jp/title/5154>, 2023年1月30日。

Abstract

Influence of medical cartoons on the social cognition of physical therapy

Yuji Fujino, Tetsuya Takahashi

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

This article discusses the medical educational institutions dispatch information about physical therapy through medical cartoons based on the experience of supervising. The social role and social cognition, and the evidence and narrative based medicine in physical therapy will be discussed in relation to the current issues.

Key Words: physical therapy, medical cartoons, evidence based medicine, narrative based medicine

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 8-10, 2023]

条件つき敵対生成ネットワークによる 頭部 MRI のモーションアーチファクトの低減

有田晃大、臼井桂介、神山彩絵、室伊三男、後藤政実、坂野康昌、京極伸介、代田浩之

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要 旨

MRI 検査時のモーションアーチファクトは画像診断精度の劣化を招く。近年、深層学習を用いた補正法の有効性が示されているが、アーチファクト補正後の空間分解能等の低下が課題である。条件付き敵対生成ネットワーク (CGAN) では敵対損失の高い一貫性を達成できるため、モーションアーチファクト補正に効果的であると考えられる。そこで、本研究では CGAN を用いた頭部 MRI 画像のモーションアーチファクト補正効果を定量的に評価した。

頭部 MRI 検査で取得した FLAIR 画像に対して、モーションアーチファクトシミュレーション法を用い、体動仮想アーチファクト画像を6,045枚作成した。これに対して、体動を含まない原画像との組み合わせを条件として CGAN の深層学習を行った。生成器を U-net 構造、識別器を CNN 構造として、最適化計算を行った。学習モデルによる補正効果を検証するため、学習データとは異なる頭部 FLAIR 画像でアーチファクト画像を605枚作成し、補正画像を合成した。画質評価には、原画像との構造的類似度 (SSIM) とピーク信号雑音比 (PSNR) を用いて CGAN の画質改善効果を評価した。

CGAN による補正画像は、モーションアーチファクトが抑制され、頭蓋内の視認性が大幅に向上した。その結果、SSIM の平均値が0.805から0.920、PSNR の平均値が29.2 dB から30.2 dB になり、CGAN によるモーションアーチファクトが低減され、画質改善効果を達成することができた。

キーワード：CGAN、モーションアーチファクト、FLAIR、シミュレーション

順天堂保健医療学雑誌, 第4巻, 第1号, 11-17頁, 2023年

緒言 (背景と目的)

MRI (Magnetic resonance imaging) 取得中の体動によりモーションアーチファクトが発生し、画像診断の精度劣化を招く。これまで、k 空間内の位相エンコードデータを動きに対して補正し、MRI のモーションアーチファクトを抑制する手法が報告されているが、補正できるアーチファクト (体動の大きさや種類) が撮像シーケンスに依存することや、その補正精度を定量的に評価することには限界があった^{1,2)}。2001年に、Forbes ら²⁾ は、PROPELLER MRI による頭部のモーションアーチファクトを補正する技術を提案したが、実際のボランティアによる体動の大きさを MRI で正確に定量化することは困難であると述べている。そして、近年の深層学習による補正には、十分な数の教師データの確保が課題であり、また画像の復元精度も検討する必要がある³⁾。放射線治療計画において MRI 画像を利用した輪郭描出や画像位置の照合が一般的となった現在、モーションアーチファクトが発生している画像であっても深層学習による補正が可能ならば、

腫瘍部および正常臓器の輪郭描出や、照射位置をはじめとした画像照合の精度向上が期待され、治療計画や照射時の時間短縮につながる可能性がある。そのため、画像誘導放射線治療法に MRI のモーションアーチファクトを補正した画像を用いることで、脳内構造物の輪郭描出を高精度に実施することが可能になる。

本研究では、シミュレーション計算により動きを含まない MRI の原画像から膨大なモーションアーチファクト画像を作成し、これを学習データに用いた教師有り学習を実現している。そして、条件付き敵対生成ネットワーク (Conditional generative adversarial network : CGAN) によるモーションアーチファクトの補正効果を定量的に評価した。

方 法

1. 使用機器

MR 装置は Ingenia 1.5 T (Philips Healthcare) を、頭部用受信コイルは dStream HeadSpine coil (Philips Healthcare) を使用した。本研究では、放射線治療計画時に利用されることが多い MRI 画像の代表として、

責任著者：臼井桂介

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

〒113-0034 東京都文京区湯島1-5-32

E-mail: k-usui@juntendo.ac.jp

試料には TSE (Turbo spin echo) 法で取得した25例の頭部 FLAIR (Fluid attenuation inversion recovery) 画像を用いた。撮像断面は axial (AX)、FOV (Field of View) は 240 mm、マトリクスサイズは512 × 512 pixels (24 × 24 cm)、スライス枚数は24枚、スライス厚は5 mm/1 mm、TR は11,000 ms、TE は115 ms、TI は2,800 ms、ETL (Echo Train Length) は30として、頭頂部から後頭蓋窩までを撮像した。なお、本研究は、所属施設に設置された倫理委員会の審査承認の上で実施した。

2. モーションアーチファクト画像の生成

モーションアーチファクト画像の作成方法の概要を図1に示す。まず、動きのない FLAIR 画像の縦、横、斜め、及び回転移動を行った。移動量は±10ピクセルまで1ピクセルずつ、回転量は±5°まで0.5°ずつ移動させ、計80種類の移動画像を作成した。これをフーリエ変換し、k空間のデータを取得した。これらのk空間

のデータを縦もしくは横方向とした擬似位相エンコード方向に対して、意図的に移動を行った画像データを擬似位相エンコード方向へランダムに再配置し、これらを逆フーリエ変換することでモーションアーチファクト画像を仮想的に作成した。この方法により縦および横方向にモーションアーチファクトが発生した画像をそれぞれ6,045枚作成し、これらを深層学習時の条件画像に用いた。条件画像の例を図2に示す。

3. CGAN によるモーションアーチファクト補正画像の生成

図3に CGAN によるモーションアーチファクト補正画像の生成方法について示す。CGAN はジェネレータとディスクリミネータにペアとなる条件を与え、生成画像の復元精度を高めていく手法である。ジェネレータは U-net 構造であり、ディスクリミネータは4層の CNN (Convolutional neural network) 構造とした。

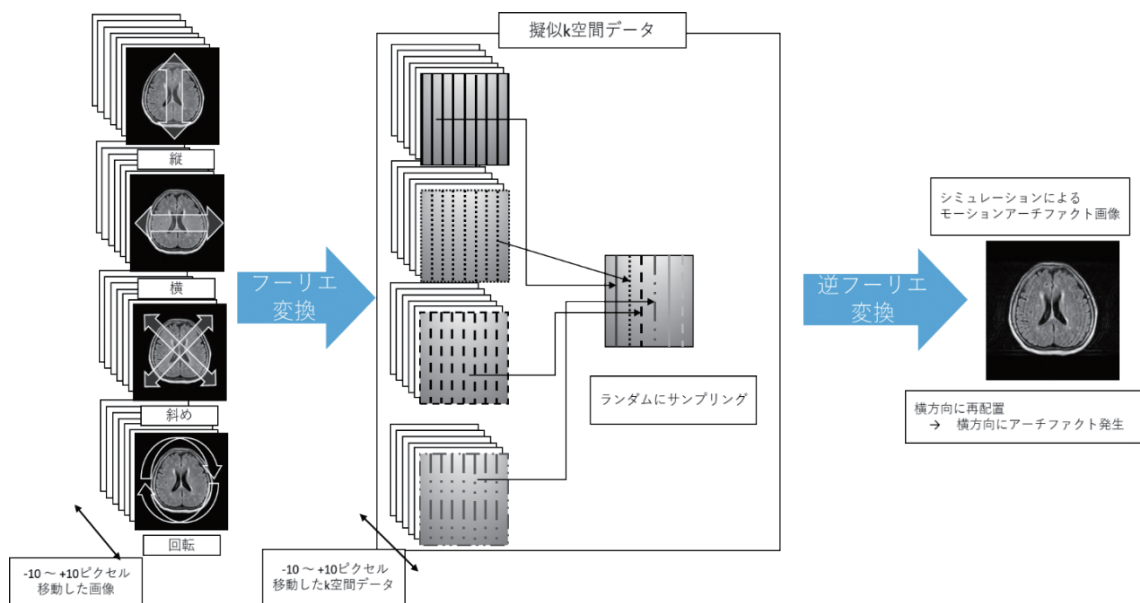


図1 シミュレーションによるモーションアーチファクト画像の生成方法

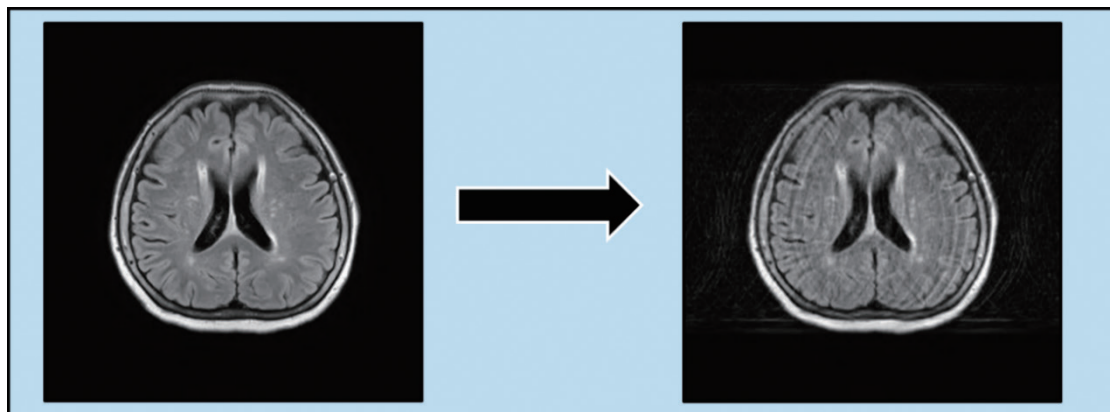


図2 条件画像

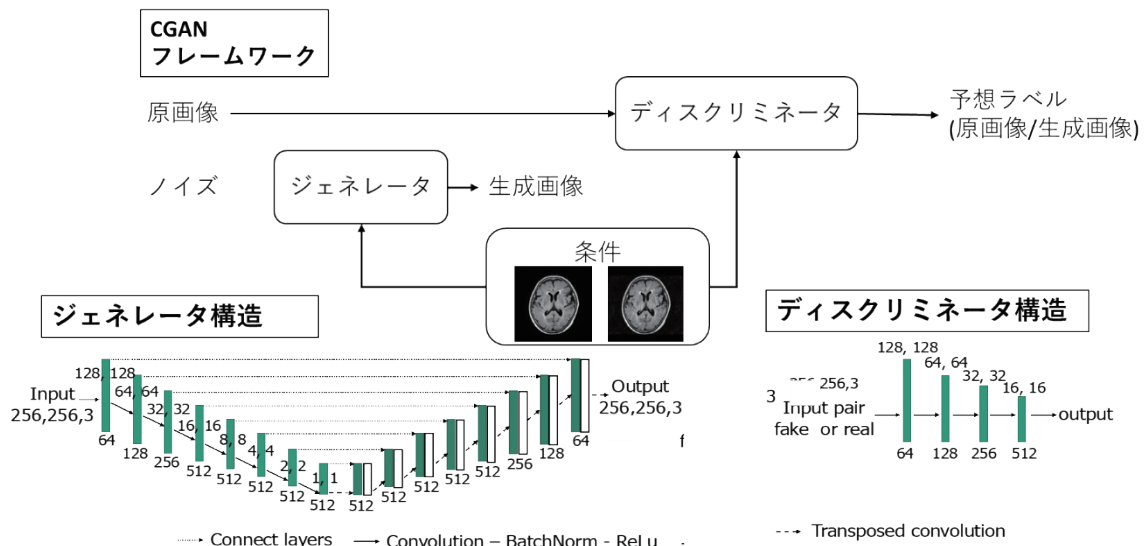


図3 CGAN のアーキテクチャ

本研究では、擬似モーションアーチファクト画像とその原画像を条件に与えた。全擬似モーションアーチファクト画像の90%をCGANのモデル学習データに用い、残りの10%を性能評価に用いた。学習データには、アーチファクトの発生方向が縦および横方向である画像データと、縦と横方向の画像データを両方含むものの、3つのパターンで学習モデルを作成した。深層学習に使用したハードウェアはOMEN by HP Laptop 16-b0であり、メモリは16 GB、OSはWindows 11 home、ソフトウェアはMATLAB R2022aを使用した。

4. 画質評価による性能評価の方法

画質評価には画像全体の構造的類似度 (Structural similarity : SSIM) とピーク信号雑音比 (Peak signal-to-noise ratio : PSNR) を用い、モーションアーチファクトのない原画像を基準として計算し、優位水準を0.05として両側 t 検定 (Microsoft Excel) を用いた結果の比較を行った。SSIM は式 (1) により算出した。

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (1)$$

なお、 μ_x, μ_y は画像の平均信号値、 σ_x, σ_y は画像の標準偏差、 σ_{xy} は共分散である。 C_1, C_2 は補正係数で、

$$C_1 = K_1 \times MAX^2$$

$$C_2 = K_2 \times MAX^2$$

である。 K_1 および K_2 は Wang ら⁴⁾ の論文と同様にそれぞれ0.01、0.03とした。SSIM は $0 \leq SSIM \leq 1$ で、1に近いほど画像が類似していることを示す。

PSNR は式 (2) により算出した。

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX^2}{MSE} \quad (2)$$

なお、MAX は画像内の最大信号値であり、MSE (Mean square error) は平均二乗誤差である。単位は [dB] で、PSNR は値が大きいくほど画像が類似していることを示す。

結果

1. 補正画像の視覚的評価

学習済 CGAN によるモーションアーチファクトの補正結果を図4に示す。一列目が原画像を示しており、上段が横方向、下段が縦方向へモーションアーチファクトを発生させた画像を示している。検証画像内のモーションアーチファクトの発生方向と学習データ内のモーションアーチファクトの発生方向が一致した条件 (モデル/位相一致)、異なる位相方向の条件 (モデル/位相不一致) および、縦と横のモーションアーチファクト画像を同数有する学習データのモデルで補正した条件 (両位相方向モデル) に対して、各補正画像の結果を示している。CGAN によって頭部 MRI のモーションアーチファクトが低減できており、脳内構造物の認識性能を大幅に向上させることができた。

2. モーションアーチファクト補正画像の SSIM および PSNR の結果

表1にモーションアーチファクト補正画像の SSIM と PSNR の結果を示す。ここでは、モーションアーチファクトと学習モデルの位相方向の組み合わせ毎に結果を示している。モーションアーチファクトの発生方

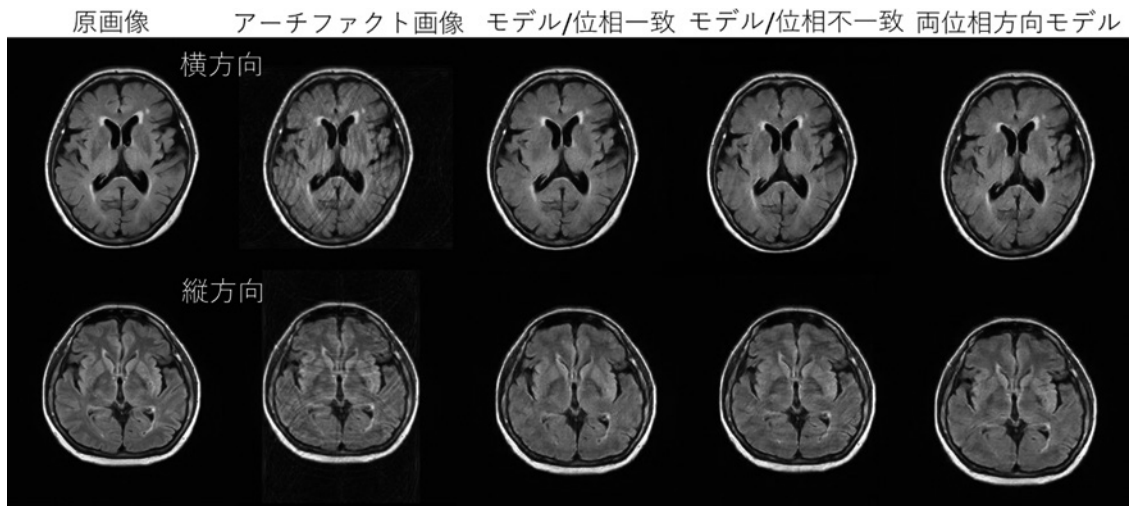


図4 CGANによるモーションアーチファクト補正画像の視覚的評価

表1 モーションアーチファクト補正画像のSSIMとPSNRの結果

	モーションアーチファクトと学習モデルの位相方向			
	補正前	モデル/位相一致	モデル/位相不一致	両位相方向モデル
SSIM	0.805 ± 0.080	0.915* ± 0.027	0.908*** ± 0.027	0.920*** ± 0.023
PSNR[dB]	29.21 ± 2.54	29.87* ± 1.80	29.70* ± 1.77	30.17*** ± 1.89

* p<0.05 を示し、補正前のモーションアーチファクト画像に対して有意差があることを示す

** p<0.05 を示し、モデル/位相一致の結果に対して有意差があることを示す

表2 モーションアーチファクト補正画像の位相方向毎の結果

条件	モデル/位相一致		両位相方向モデル	
	縦	横	縦	横
SSIM	0.913 ± 0.030	0.918* ± 0.023	0.919 ± 0.027	0.921 ± 0.027
PSNR[dB]	29.74 ± 1.805	30.01* ± 0.027	30.06 ± 1.860	30.40* ± 1.920

* p<0.05 を示し、縦方向に対して有意差があることを示す

向と学習モデルの位相方向に関わらず、すべての学習モデルにおいてSSIMとPSNRの結果において、補正前のモーションアーチファクト画像に対し有意差をもって向上した。また、学習データとモーションアーチファクト画像の位相方向が一致したモデルと不一致のモデルを比較すると、一致したモデルでの補正画像のSSIMが有意差をもって上昇した。縦および横方向のアーチファクト画像を全て用いた両位相方向モデルでは、位相一致モデルよりもSSIMとPSNRが有意差をもって上昇した結果となった。

3. モーションアーチファクト発生方向への依存性

表1の結果は、モーションアーチファクトが縦と横方向に発生したFLAIR画像を、各学習モデルで補正した605画像に対する結果の平均値である。表2に、学習データとモーションアーチファクト画像の位相が一致したモデルと両位相方向モデルについて、モ-

ーションアーチファクトの方向毎にSSIMとPSNRを平均した結果を示す。位相が一致した学習モデルでは、SSIM、PSNRともに有意差をもって横方向に発生したモーションアーチファクトを補正した結果の方が優れており、両位相方向モデルではPSNRのみ有意差をもって横方向への補正精度が優れていた。

考 察

室ら⁵⁾の先行研究では、モーションアーチファクトと学習モデルの位相方向が一致しているモデルにおいて、SSIMとPSNRともに最も優れた結果であった。本研究で両位相方向モデルが最も優れた結果になったことには二つの理由が考えられる。一つは、モーションアーチファクトの低減効果に縦方向と横方向で差が生じたことである。表2の結果から、CGANによるモーションアーチファクトの補正は、横方向よりも縦方向の方が難易度が高く、特にモーションアーチファクト

と学習データの位相方向が一致したモデルで顕著にその傾向がみられた。そのため、表1のモデル/位相一致の結果は縦方向と横方向の SSIM および PSNR の平均値であることから、縦方向に発生したモーションアーチファクトに対する低減効果が低くなり、両位相方向モデルの結果より下回ったと考えられる。二つ目は、シミュレーションによる作成した画像内のモーションアーチファクトの発生量と CGAN の補正効果に対する依存性である。図5に CGAN によるモーションアーチファクトの低減不良の例を示す。a, b はそ

れぞれ縦、横方向に対して移動量が大きなアーチファクト成分が含まれ、その補正が不十分であった例を示し、c, d は移動量が小さなアーチファクト成分の画像に偽信号を生じた例である。CGAN の学習データには $-10 \sim 10$ ピクセルおよび $\pm 5^\circ$ まで大小様々な移動量のモーションアーチファクト成分がランダムに含まれている。そのため、強いモーションアーチファクトを含む画像の補正は難易度が高く、弱いモーションアーチファクトが発生している画像に対しては、かえって偽信号を生じさせている可能性がある。また、

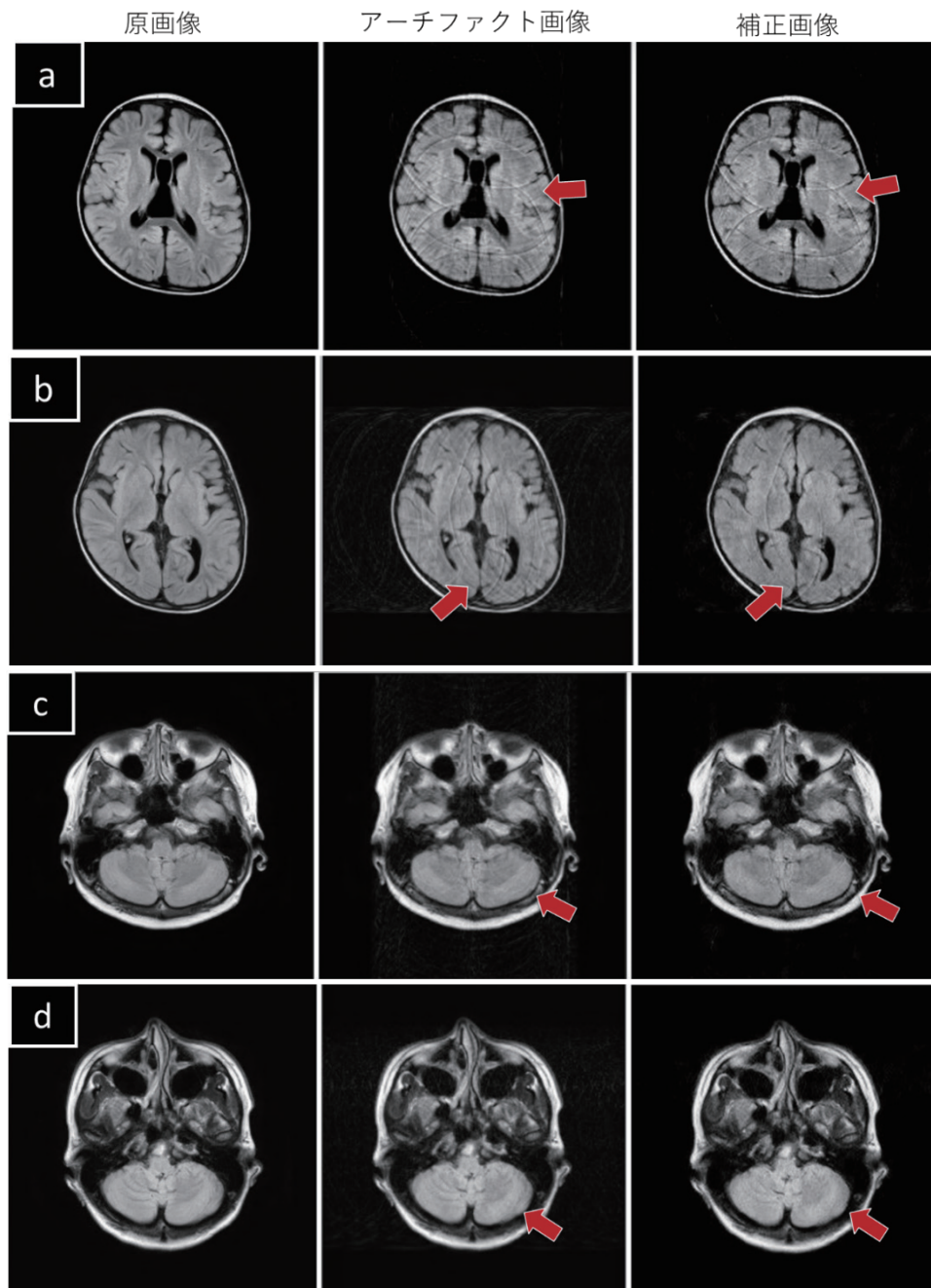


図5 CGAN によるモーションアーチファクトの低減不良の例

すべての画像は両位相方向モデルによりモーションアーチファクトの低減を行った。a, b は縦・横方向に対して移動量が大きなアーチファクト成分を含む画像であり、c, d は移動量が小さなアーチファクト成分を含む画像の例である。a, b の赤矢印はモーションアーチファクトの低減が不十分である場所を示しており、c, d の赤矢印は CGAN により偽信号が生じた場所を示している。

この影響は横方向より縦方向への補正精度に強く影響している。そのため、画像内のモーションアーチファクトの発生量に対して分類分けを行い、アーチファクト成分毎の画像データで深層学習を行うことで、これらの補正不良を改善できると考えられる。

本研究では、CGANによって頭部MRIのモーションアーチファクトを著しく低減できる可能性を実証した。また、両位相方向に発生したモーションアーチファクト画像を全て用いてCGANの学習モデルを構築することで、アーチファクトの低減効果を損なわず、位相方向の設定に対しても堅牢な学習モデルを作成できると考えられる。なお、本研究ではシミュレーションデータを用いてモデルの学習と精度検証を行っているため、2次元動的な動きのみの補正に留まっている。実際の体動は3次元的に及ぶ動きがモーションアーチファクトの要因に含まれるため、実際の人体の体動に対する補正効果を検証する必要がある。また、本研究成果を放射線治療計画時のMRI参照画像に利用することを旨とし、本学習モデルにより脳内の腫瘍領域や正常構造が維持され、輪郭描出の精度を高められることを実証するなど、さらなる臨床的な実用性を明らかにする必要があると考えられる。

結 論

CGANにより頭部MRIのモーションアーチファクトを低減させ、縦および横方向に発生したモーションアーチファクト画像を用いた学習モデルにおいて、補正前の画像と比較してSSIMを約14.3%、PSNRを約3.3%改善することができ、臨床への実用性を示唆することができた。また、両位相方向に発生したモーションアーチファクト画像を用いて学習モデルを構築することで、アーチファクトの低減効果が高いものとなった。

倫理的配慮

本研究は、東海大学医学部付属病院の倫理委員会の審査を受け、承認を得た試料を用いて実施した。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) Inoue Y, Yoneyama M, Nakamura M, Takemura A: Reduction of respiratory ghosting motion artifacts in conventional two-dimensional multi-slice Cartesian turbo spin-echo: which k-space filling order is the best? Radiol Phys Technol. 2018; 11: 248-254.
- 2) Forbes KP, Pipe JG, Bird CR, Heiserman JE: PROPELLER MRI: clinical testing of a novel technique for quantification and compensation of head motion. J Magn Reson Imaging. 2001; 14: 215-222.
- 3) 塚本ひかり, 室伊三男: 頭部MRI領域における深層学習のためのモーションアーチファクトジェネレータの開発. 日本放射線技術学会雑誌. 2021; 77: 463-470.
- 4) Wang Z, Bovik AC, Sheikh HR, Simoncelli EP: Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. IEEE Trans Image Process. 2004; 13: 600-612.
- 5) 室伊三男, 清水俊太郎, 塚本ひかり: シミュレーションデータを用いた深層学習による頭部MRIのモーションアーチファクトの改善. 日本放射線技術学会雑誌. 2022; 78: 13-22.

Abstract

Reduction of motion artifacts in head magnetic resonance imaging using conditional generative adversarial networks

Akihiro Arita, Keisuke Usui, Sae Kamiyama, Isao Muro, Masami Goto,
Yasuaki Sakano, Shinsuke Kyogoku, Hiroyuki Daita

Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University

Motion artifacts during magnetic resonance imaging (MRI) examination lead to degradation of diagnostic imaging accuracy. In recent years, the effectiveness of correction methods using deep learning has been revealed, in contrast, the problem is the deterioration of spatial resolution after performing artifact corrections. Conditional generative adversarial network (CGAN) can achieve high consistency of adversarial loss, and be effective technique for motion artifact correction. Therefore, in this study, we quantitatively verified the motion artifact correction effect of head MRI images using CGAN.

By using the motion artifact simulation method, simulated artifact images for patient head movements were created in the FLAIR images obtained by head MRI. Deep learning method of CGAN was performed under the condition of combination with the original image, which were not included motion artifacts. Calculation of optimization process was performed with a U-net structure for the generator, and a convolutional neural network (CNN) structure for the discriminator. To evaluate the correction effect of the learning model, the other artifacts image was created using head FLAIR images, which was not include in the training data. And the motion artifacts corrected image was synthesized by the learning model. For image quality evaluation, the structural similarity (SSIM) with the original image and the peak signal to noise ratio (PSNR) were used to evaluate the image quality improvement effect by the CGAN.

The motion artifacts were suppressed and significantly improved intracranial visibility. As a result, the average value of SSIM was 0.805 to 0.920, and the average value of PSNR was 29.2 dB to 30.2 dB, we were able to achieve the image quality improvement effect of CGAN and reveal its usefulness for motion artifacts reduction.

Key Words: CGAN, motion artifact, FLAIR, simulation

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 11-17, 2023]

中殿筋力増強運動と神経筋電気刺激がジャンプ着地時の膝外反角および下肢の多方向リーチ動作に及ぼす即時効果

渡邊諄大¹⁾、佐藤真門¹⁾、秋山和樹¹⁾、吉田陸央¹⁾、寺田滉梓¹⁾、宮森隆行^{1,4)}

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学大学院保健医療学研究科

³⁾ 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

⁴⁾ 順天堂大学医学部スポーツ医学研究室

要 旨

膝関節外傷・障害では、ジャンプ着地時の膝外反モーメントの増大が原因の一つとして考えられており、股関節の支持性を高める中殿筋の筋力低下と膝外反モーメントの増大が関連していることが報告されている。また、神経筋電気刺激は、対象筋の活動を賦活させ、筋力増強に効果があることが報告されている。そこで本研究では、ウォーミングアップとして中殿筋力増強運動と神経筋電気刺激を行い、ジャンプ着地時の膝外反角および多方向リーチ動作への影響について検証することを目的とした。対象は、健常男子大学生16名とし、クロスオーバー比較試験にてコントロール群、中殿筋力増強運動群、神経筋電気刺激および中殿筋力増強運動群の3条件の介入を実施した。測定項目は、Y-Balance test およびその時の膝外反角、ドロップジャンプ片脚着地時の膝外反角、股関節外転筋力とした。結果は、コントロール群と神経筋電気刺激および中殿筋力増強運動群は、介入前後により股関節外転筋力が低下し、その他の測定項目では、3条件間に変化を認めなかった。本研究は、中殿筋への神経電気刺激を伴う運動は、適切な刺激強度と運動負荷の決定が必要であることを示唆した。また、中殿筋の筋力低下のみがジャンプ着地時の膝外反角や下肢の多方向リーチ動作に影響を与えないことが明らかになったため、その他の股関節や膝関節周囲筋、また、体幹機能や足関節可動域などの複合的な要因が下肢の運動制御に関わっていることが推察される。

キーワード：中殿筋、神経筋電気刺激、運動、膝外反角、多方向リーチ

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，18-25頁，2023年

緒言（背景と目的）

現在、理学療法は、リハビリテーションだけでなく、予防分野への取り組みが進んでおり、スポーツ領域においては外傷・障害を防ぐためのトレーニングや指導が求められている。また、下肢のスポーツ外傷・障害の発生頻度は多く、中でも膝関節の外傷・障害は、競技復帰までに時間を要することが多いため予防することが必要である。

膝関節外傷の代表例である前十字靭帯（Anterior cruciate ligament、以下 ACL）損傷は、ジャンプ動作後の片脚着地時の受傷が多く報告されており、その際の膝外反モーメントの増大が ACL 損傷メカニズムの1つとされている。井原ら¹⁾は、運動部に所属する大学生の非接触型 ACL 損傷のうち、76.4%がジャンプ着地時に生じたものであると報告している。また、古

賀²⁾は、ACL 損傷場面のビデオ解析を行ったところ、接地後に急激な膝外反変化が生じていたと述べている。片脚着地時に膝外反モーメントが増大する要因としては、中殿筋の作用低下が挙げられる。上野ら³⁾は、ドロップジャンプ着地時における膝外反モーメントと中殿筋張力の間には負の相関があるとし、中殿筋後部線維の重量比の大きさから、骨盤・下肢の安定性、つまり膝外反モーメントに対して、中殿筋後部線維が大きな役割を果たしていることを報告している。Khayambashi ら⁴⁾は、ACL 損傷をした例において、損傷しなかった例と比較して股関節外転および外旋筋力が低下していたと報告している。さらに齊田ら⁵⁾は、中殿筋の筋疲労が片脚着地時の膝外反を誘導すると報告しており、中殿筋への過負荷は ACL 損傷のリスクを高めると指摘している。したがって、中殿筋力を向上させることは、ジャンプ着地時の膝外反モーメント

責任著者：渡邊諄大

千葉県千葉リハビリテーションセンター リハビリテーション治療局

〒266-0005 千葉県千葉市緑区誉田町1-45-2

E-mail: atsuhiro.watanabe@chiba-reha.jp

責任著者：宮森隆行

順天堂大学大学院保健医療学研究科

〒113-8421 東京都文京区本郷2-1-1

E-mail: t.miyamori.hi@juntendo.ac.jp

を減少させ、膝関節外傷・障害のリスクを減少できる可能性がある。

近年、中殿筋力を向上させるために多くの研究結果が報告されている。木村ら⁶⁾は、支持脚の屈伸運動により対側の下肢を側方へスライドする側方レッグリーチの遊脚側に抵抗を加える方法 (resisted lateral leg reach: RLLR) では、従来のサイドランジよりも股関節外転モーメントが増加するとともに、膝外反モーメントが減少したと示している。石原ら⁷⁾は、中殿筋に20分間の神経筋電気刺激を行ったところ股関節外転筋力が増加したとしており、神経筋電気刺激が筋力増強に有効である可能性を示している。また、Hatsuseら⁸⁾は、歩行訓練と神経筋電気刺激を組み合わせると、大腿四頭筋とハムストリングスの筋力を向上させ、身体機能を改善したと報告しており、神経筋電気刺激と運動療法の組み合わせが筋力増強に有効であることが示唆されている。このように中殿筋への促通トレーニングや神経筋電気刺激を用いることにより中殿筋機能の向上が期待できるが、中殿筋機能を促通するための神経筋電気刺激と筋力増強運動の併用がジャンプ着地時の膝外反角や下肢の多方向リーチ動作に及ぼす影響については明らかになっていない。

そこで本研究は、非介入群、中殿筋力増強運動群、神経筋電気刺激と中殿筋力増強運動の併用群の3条件で、股関節外転筋力、ジャンプ着地時の膝外反角、下肢の多方向リーチ動作に与える即時効果について比較することを目的とした。仮説として、中殿筋力増強運動群は、非介入群と比較し、介入後に股関節外転筋力が向上し、ジャンプ着地時の膝外反角が減少すると共に、下肢の多方向リーチ値が延長すると考えた。さらに、神経筋電気刺激と中殿筋力増強運動の併用群では、中殿筋力増強群よりもこれらの結果に有意な介入効果が得られると考えた。本研究結果は、下肢外傷予防に向けたウォーミングアップ方法を提案する際の根拠になり得る。

方 法

1. 研究デザイン

本研究は、クロスオーバー比較試験とし、全対象者を全ての介入条件に割り当てた被験者内計画とした。

2. 対象

対象は、健常男子大学生16名 (年齢 21.4 ± 0.5 歳、身長 169.6 ± 4.8 cm、体重 60.4 ± 5.1 kg) (表1) とし、対象者を非介入群 (以下、コントロール群)、中殿筋力増強運動群 (以下、運動群)、神経筋電気刺激 (Neuro-

表 1 対象者の基本属性

対象者	16名
年齢	21.4 ± 0.5 歳
身長	169.6 ± 4.8 cm
体重	60.4 ± 5.1 kg

平均値、±標準偏差

muscular electrical stimulation、以下 NMES) および中殿筋力増強運動 (以下、NMES および運動群) の3群に振り分け、介入前後で各測定項目を比較した。介入間のウォッシュアウト期間は、2日間とした。対象者の除外基準は、過去6か月以内に筋・骨格系外傷・障害 (腰痛、骨盤帯・股関節・膝関節痛、足関節捻挫等) の既往歴のあるもの、過去に脊椎および骨盤帯・下肢の骨折既往歴のあるものとした。また、過去6か月以内に ACL 損傷予防プログラムなど、スポーツ外傷・障害予防教室への参加歴があるものは除外した。

3. 方法

1) 介入条件

コントロール群以外の各介入は、非利き脚に対し実施した。中殿筋力増強運動は、セラバンドハンドループ (黄色, 20.5cm, 酒井医療株式会社, 東京, 日本) を両膝に巻き、股関節 45° 屈曲位、膝関節 90° 屈曲位とした側臥位で股関節を外転・外旋するクラムシェルと呼ばれるエクササイズを4秒かけて実施した後⁹⁾、16秒休憩するセットを6回繰り返した。中殿筋力増強運動と NMES の併用は、Espage (伊藤超短波株式会社, 埼玉, 日本) を用いて、中殿筋中部および後部線維に NMES 用粘着パッド (5cm×5cm, AXELGAARD, Fallbrook, USA) を貼付して、強度20mA、パルス幅4秒、休止16秒として電気が流れている間に上記の中殿筋力増強運動を2分間実施した。

2) 測定

介入前後において最大努力下での股関節外転等尺性筋力を FORCEFRAME (Vald, Brisbane, Australia) を用いて測定した。最大筋力を5秒間発揮するよう指示し、ピーク値を筋力データとした。また、機能スクリーニングツールとして Y-Balance test (以下 YBT) を実施した¹⁰⁾。YBT は、Y-Balance kit (FMS, Chatham, USA) を用いて、片脚立位で遊脚下肢での前方・後外方・後内方へのリーチ距離を計測した。YBT では、リーチ距離を棘果長で除し、100を乗じて標準化した値を算出し、これを分析対象とした¹¹⁾。また、YBT 実施時は、対象者の前面にビデオカメラを設置して動画を撮影

し、二次元動作解析ソフト KINOVEA (Kinovea, <https://www.kinovea.org/>) を用いてリーチ動作時の支持脚の膝外反角度を測定した。膝外反角は、各方向の最大リーチ距離において上前腸骨棘、膝蓋骨中央、足関節内外果中央の3点がなす角度とした。さらに、40cm 台からの片脚ドロップジャンプの動画を前面からビデオカメラ (Surface Go 2, Microsoft, Washington, USA) で撮影し、KINOVEA を用いて着地中の膝外反角を測定した。膝外反角は、足底接地時による片脚立位の3秒間で、上前腸骨棘、膝蓋骨中央、足関節内外果中央の3点がなす最大外反時の角度を採用した。

3) 統計解析

YBT 値、YBT 時とドロップジャンプ着地時の膝外反角、股関節外転筋力の各測定値において、時間要因 (介入前後) と条件要因 (介入条件) の2要因による比較をするため、反復測定二元配置分散分析を行った。また、主効果および交互作用が認められた場合は、事後検定として多重比較検定 (Bonferroni) を行った。有意水準は、5% とした。

結 果

全ての条件において全被験者の計測が実施された。

1) 介入前後における YBT 値の条件間比較

YBT 値をコントロール群、運動群、NMES および運動群の3条件で比較したところ、全ての方向 (前方・

後内側・後外側) において介入前後で有意な主効果が得られなかった。また、条件間においても交互作用は認められなかった (表2)。

2) 介入前後における YBT 中の膝外反角の条件間比較

YBT 中の膝外反角をコントロール群、運動群、NMES および運動群の3条件で比較したところ、全ての方向 (前方・後内側・後外側) において介入前後で有意な主効果が得られなかった。また、条件間においても交互作用は認められなかった (表3)。

3) 介入前後におけるドロップジャンプ着地時の膝外反角の条件間比較

ドロップジャンプ着地時の膝外反角をコントロール群、運動群、NMES および運動群の3条件で比較したところ、介入前後で有意な主効果が得られなかった。また、条件間においても交互作用は認められなかった (表4)。

4) 介入前後における股関節外転筋力の条件間比較

股関節外転筋力について、コントロール群、運動群、NMES および運動群の条件要因 (介入条件) と時間要因 (介入前後) を比較した結果、時間要因において有意な主効果を認めた。多重比較検定の結果、コントロール群と NMES および運動群は、介入前後で股関節外転筋力が有意に低下した。しかし、条件間において交互作用は認められなかった (表5、図1)。

表 2 介入前後における Y-Balance test 値の条件間比較

測定項目	時間	コントロール(16)	運動(16)	NMES および運動(16)	P 値
前方	Pre	64.2(8.0)	63.0(7.7)	62.5(7.4)	0.82
	Post	63.7(7.4)	62.8(7.0)	60.1(12.0)	0.53
後内側	Pre	110.8(11.1)	109.3(10.5)	110.6(9.8)	0.91
	Post	109.1(10.8)	111.6(9.6)	109.9(10.9)	0.81
後外側	Pre	104.1(12.2)	105.7(9.6)	106.0(9.1)	0.87
	Post	104.9(12.6)	108.3(8.9)	104.8(14.5)	0.64

平均値 cm (±標準偏差)、Pre: 介入前、Post: 介入後、NMES: neuromuscular electrical stimulation、P: Probability

表 3 介入前後における Y-Balance test 中の膝外反角の条件間比較

測定項目	時間	コントロール(16)	運動(16)	NMES および運動(16)	P 値
前方	Pre	13.0(6.7)	14.1(7.3)	13.7(5.1)	0.96
	Post	12.0(6.6)	13.1(7.7)	13.4(6.2)	0.66
後内側	Pre	15.5(7.5)	17.6(9.3)	16.5(8.0)	0.66
	Post	14.7(7.6)	18.1(7.6)	15.9(8.0)	0.43
後外側	Pre	15.2(8.3)	16.3(9.6)	17.6(8.4)	0.75
	Post	13.4(6.2)	16.8(9.2)	17.1(8.4)	0.39

平均値 ° (±標準偏差)、Pre: 介入前、Post: 介入後、NMES: neuromuscular electrical stimulation、P: Probability

表 4 介入前後におけるドロップジャンプ着地時の膝外反角の条件間比較

測定項目	時間	コントロール(16)	運動(16)	NMES および運動(16)	P 値
前額面	Pre	8.7(4.5)	8.4(4.8)	7.9(5.5)	0.89
	Post	10.0(7.3)	8.9(7.0)	9.9(4.6)	0.87

平均値^o (±標準偏差)、Pre: 介入前、Post: 介入後、NMES: neuromuscular electrical stimulation、P: Probability

表 5 介入前後における股関節外転筋力の条件間比較

測定項目	時間	コントロール(16)	運動(16)	NMES および運動(16)	P 値
前額面	Pre	323.7(56.3)	310.1(41.3)	317.0(53.4)	0.77
	Post	*308.5(44.9)	309.0(49.0)	**301.8(47.9)	0.9

平均値 Newton (±標準偏差)、* $p < 0.05$ (pre-post)、** $p < 0.01$ (pre-post) * 多重比較検定 (Bonferroni)、Pre: 介入前、Post: 介入後、NMES: neuromuscular electrical stimulation、P: Probability

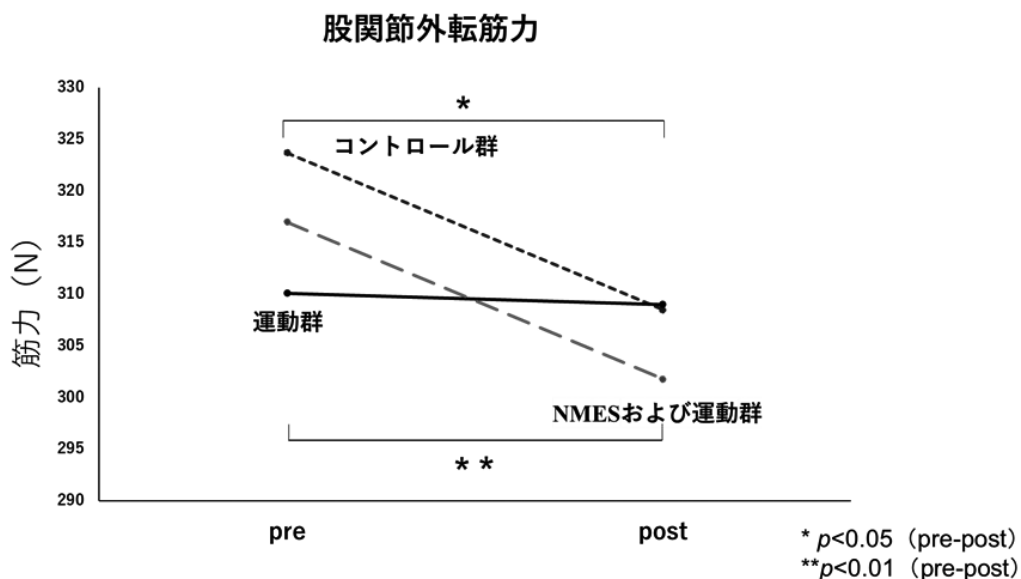


図 1 介入前後における股関節外転筋力の変化

N: Newton、Pre: 介入前、Post: 介入後、NMES: neuromuscular electrical stimulation、P: Probability

考 察

本研究では、中殿筋力増強運動と神経筋電気刺激がジャンプ着地時の膝外反角および下肢の多方向リーチ動作に及ぼす影響について検証した。その結果、股関節外転筋力は、コントロール群・NMES および運動群のみで有意な低下を示した。また、下肢の多方向リーチ値を評価する YBT 値および YBT 中とジャンプ着地時の膝外反角においては、各条件ともに介入前後において有意な主効果を認めなかった。

1. 股関節外転筋力について

本研究では、介入を行っていないコントロール群において股関節外転筋力が有意に低下した。これは、介入前に実施した試行（等尺性股関節外転筋力・ドロップジャンプ着地・YBT 評価）によって生じた筋疲労

が蓄積した可能性が考えられる。福谷ら¹²⁾ は、筋活動後に誘発した単収縮トルクが筋活動前に比べて高くなるとされる活動後増強 (post activation potentiation: 以下、PAP) を生じさせる筋収縮について、14秒間の足関節底屈トルク発揮では、6秒間条件に比べて、疲労により最大随意収縮トルクが増加しなかったと報告している。また、Vandervoort ら¹³⁾ は、筋収縮時間が長いほど、疲労により筋力増強効果が得られにくいと述べている。さらに、Wilson ら¹⁴⁾ は、YBT と股関節外転筋力に強い関連があるとしており、Lee ら¹⁵⁾ は、YBT と筋力の関係について、後内側方向において股関節伸筋、股関節外転筋と膝関節屈筋の活動で正の相関がみられたと報告している。したがって、介入前に実施した股関節外転筋力や YBT を用いた下肢の多方向リーチ評価により股関節外転に作用する中殿筋に疲労が生じ蓄積した可能性が考えられる。

しかし、運動群では、コントロール群とは異なり、介入後に股関節外転筋力の有意な低下は認められなかった。筋力低下しなかった理由として適度な運動介入により疲労回復が図られた可能性が考えられる。Hanら¹⁶⁾は、運動後の休息方法について安静による休息よりもウォーキングやジョギングなどの運動を実施した方が、疲労が回復したと報告している。Hildebrandtら¹⁷⁾は、運動による筋疲労の回復過程は、筋代謝によって血中の乳酸除去の改善と中枢神経反射による筋肉の回復作用があるとしている。本研究でも適度な負荷によるクラムシェルを実施したことにより、運動群では中殿筋の疲労が回復した可能性がある。また、仮説では運動群では、介入後に股関節外転筋力が向上するのだが、有意な介入効果は得られなかった。その理由は、今回設定したクラムシェルによる運動負荷では、中殿筋を賦活して筋疲労回復は図られるものの、筋力向上を期待できる設定ではなかったことが考えられる。世古ら¹⁸⁾は、股関節屈曲位での外転運動では股関節伸展位と比較し、股関節外転筋の筋活動量が低値であり、筋力増強運動として適さない可能性があることを示唆している。Mooreら¹⁹⁾は、立位での骨盤の挙上・下制運動が中殿筋の高い筋活動を認めたとしており、中殿筋の即時的な筋力増強運動に適していることを示唆している。

NMES および運動群においてもコントロール群同様に、介入後に股関節外転筋力が有意に低下し、我々の仮説とは一致しなかった。その理由として、NMES は、筋疲労を誘発しやすいという特性が関係していると考えられる。花岡ら²⁰⁾は、膝関節伸展筋群に対して NMES を行い、介入前後において膝関節伸展筋力を評価したところ、介入後は筋力が低下したため、NMES は筋疲労を生じさせる可能性があることを報告している。また、Gregoryら²¹⁾は、NMES は速筋線維を動員しやすく、随意運動よりもその効果は高いという特性を報告している。そのため、NMES および運動群では、中殿筋に含有する速筋線維を刺激し疲労を誘発したことが考えられる。

以上のように、本研究で設定した介入条件では、股関節外転筋力の向上は得られなかった。Stastnyら²²⁾は、PAP を得られるための最適な休息間隔と使用する反復回数、試行を繰り返して設定する必要があると述べている。さらに対象者の筋肉量や可動域、運動方法によって PAP が得られる程度は異なるため、未だ中殿筋に焦点を当てたレジスタンストレーニング中の PAP の効果は発見されていない。したがって、股関節外転に作用する中殿筋力を向上させるためには、実際に筋

電計などを用いて中殿筋の活動電位を評価しながら運動の強度・回数・休息時間を設定して PAP を検証する必要があると考える。

2. YBT 値について

コントロール群と NMES および運動群においては、介入後に股関節外転筋力が低下したが、YBT 値は、介入後に有意な主効果を認めなかった。

今回、Open Kinetic Chain (以下 OKC) 運動であるクラムシェルを運動として実施したが、YBT は Closed Kinetic Chain (以下 CKC) の運動様式であるため、YBT 値に影響を及ぼさなかった可能性がある。西村ら²³⁾は、CKC 運動およびジャンプトレーニングを行った結果、CKC 筋力とジャンプパフォーマンスの増加を認めたものの、OKC である膝関節等速性筋力の増加は見られなかったと報告している。また、野崎ら²⁴⁾は、CKC と OKC の両運動様式において、股・膝関節屈曲伸展、足関節背底屈の筋力を評価した結果、両者の相関は低く、CKC と OKC の筋力は個別に評価されるべきであると述べている。したがって、YBT 値においては、中殿筋の賦活を目的としたクラムシェルなどの OKC 運動ではなく、中殿筋に対してダイナミックな CKC 運動を実施した場合に有意な介入効果が得られる可能性があると考えられる。

また、股関節外転筋力が低下したコントロール群や NMES および運動群でも YBT の結果に変化がなかったことから、これらの結果は、股関節外転筋力のみが YBT 値が示す下肢の多方向リーチ動作に影響を与えるわけではないことを示唆している。井上ら²⁵⁾は、YBT リーチ値と股関節外転、膝関節屈曲・伸展筋力に有意な相関があると報告している。また野津ら²⁶⁾は、YBT 前方リーチ距離と足関節背屈可動域、後内方リーチ距離と体幹外側傾斜および後外方リーチ距離と体幹前方傾斜に有意な相関があると述べている。したがって中殿筋力が低下していても足関節の可動性や体幹制御により YBT 値が維持されたと考える。

3. YBT およびジャンプ着地時の膝外反角について

YBT およびドロップジャンプ着地時の膝外反角に関しても介入後に有意な主効果が認められなかった。神谷ら²⁷⁾は、女子プロサッカー選手を対象に、疲労を誘発させる全身運動前後でドロップジャンプ着地時の膝関節外反角・股関節屈曲・膝関節屈曲・足関節背屈角度、着地時の姿勢を比較したところ、全身的な疲労が生じた結果、ドロップジャンプ着地時にアライメントが不良になる選手が増加したと報告している。し

かし、本研究においては、股関節外転筋力が低下しているにも関わらず膝外反角に有意な影響を与えておらず、先行研究とは異なる結果となった。これは、YBT およびジャンプ着地時の膝外反制動には股関節外転筋力以外の要因が関与していることが考えられる。藤堂ら²⁸⁾は、片脚着地時の頭頂が最も低くなった時点において、体幹前傾が股関節内転角および膝関節外反角を増加させると述べている。さらに、Nguyen ら²⁹⁾は、静的下肢アライメントの違いが、両脚でのドロップジャンプ着地時において、股関節や膝関節回転モーメントに影響を与えると述べており、ドロップジャンプ着地時の膝外反角には、中殿筋だけでなく体幹制動や静的下肢アライメントが影響していることが考えられる。また、宮地ら³⁰⁾は、ドロップジャンプ時の姿勢制御について下肢の筋トルクが関連していると述べていることから、股関節外転筋力のみが低下を示してもジャンプ着地時の運動制御に関わる股関節伸展筋群・膝関節伸展筋群など他関節に関わる筋トルクが増加すれば、着地時の姿勢制御は可能であると考えられる。以上のように、ドロップジャンプ着地時の膝外反角には、中殿筋のみではなく、体幹制動や静的下肢アライメント、他関節の運動に関与する筋トルクなどが影響しているため、股関節外転の筋力低下を認めたにも関わらず、各介入前後で YBT およびジャンプ着地時の膝外反角に有意な変化が認められなかったと考える。

4. 研究限界について

本研究の限界としては、4つ挙げられる。1つ目は、YBT における下肢リーチ動作は多関節運動が関与しているため、体幹を含めた骨盤帯や下肢の運動制御が生じている。そのため、前額面上の2次元動作解析法のみによる膝外反角の評価の妥当性は低いと考える。2つ目は、YBT、ドロップジャンプの計測に関して、複数回の試行により対象者の運動学習にばらつきが生じて、測定結果に影響が出ることも考えられる。3つ目は、本研究は健常成人を対象とした研究であり、股関節外転筋力が著しく低下した運動器疾患を有する対象者では異なる結果になることも考えられる。4つ目は、本研究の測定項目として体幹制動や静的下肢アライメント、下肢の他関節の運動に関与する筋トルクなどの要因は含まれていないため、更なる検証が必要である。

結 論

本研究は、中殿筋力増強運動や NMES がジャンプ着地時の膝外反角と下肢の多方向リーチ動作に与える

即時効果を検討した。その結果、運動群では、介入前後により股関節外転筋力が維持されたが、コントロール群、NMES および運動群では股関節外転筋力が有意に低下した。しかし、YBT 値と、ジャンプ着地時および YBT 中の膝外反角は、介入前後および各条件間において有意な主効果を認めなかった。

謝 辞

本研究に参加して頂いたすべての対象者の皆様感謝致します。

倫理的配慮

本研究は、順天堂大学保健医療学部研究等倫理委員会の審査を受け、承認を得たうえで実施した（承認番号：22-021）。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) 井原秀俊, 高山正伸, 福本貴彦, 下沖典子: 非接触性 ACL 損傷における性差・左右差. 整形外科と災害外科. 2005; 54: 241~246.
- 2) 古賀英之: 膝靭帯損傷の受傷機転に対するビデオ解析. MEDICAL REHABILITATION: 2013. 154. 13~20.
- 3) 上野亮: 着地動作における膝関節バイオメカニクスに対する下肢筋張力の影響. 北海道大学博士(保健医療学) 学位論文. 2018.
- 4) Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM: Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. Am J Sports Med. 2016; 44: 355-361.
- 5) 齊田高介, 大塚直輝, 小山優美子, 西村里穂, 長谷川聡, 市橋則明: 疲労による中殿筋の選択的筋力低下が着地動作時の下肢アライメント及び筋活動に与える影響. 第48日本理学療法学会大会: 2013; 40: O-A運動-036.
- 6) 木村佳記, 小柳磨毅, 田中則子, 小川卓也, 中江徳彦: 側方への抵抗レッグリーチ動作における支持脚の運動解析. 臨床バイオメカニクス. 2010; 31: 445~452.
- 7) 石原伸之, 貴嶋芳文, 緒方匡, 福永誠司: 電気刺激が股関節周囲筋の筋活動量に及ぼす影響の検討. 臨床と理学療法. 2018; 5: 47~53.

- 8) Matsuse H, Hashida R, Takano Y, Omoto M, Nago T, Bekki M, et al: Walking Exercise Simultaneously Combined With Neuromuscular Electrical Stimulation of Antagonists Resistance Improved Muscle Strength, Physical Function, and Knee Pain in Symptomatic Knee Osteoarthritis. A Sinde-Arm Study. *J Strength Cond Res.* 2017; 31: 171-180.
- 9) Macadam P, Cronin J, Contreras B: An examination of the gluteal muscle activity associated with dynamic hip abduction and hip external rotation exercise: A systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10: 573-591.
- 10) 鈴木文雄, 佐藤裕之, 服部和彦, 荻原久佳, 齋田良知: 高校生男子サッカー選手における Y バランスと各メディカルチェック項目との関連. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2019; 27: S278.
- 11) Alnahdi AH, Alderaa AA, Aldali AZ, Alsobayel H: Reference values for the Y Balance Test and the lower extremity functional scale in young healthy adults. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27: 3917-3921.
- 12) 福谷充輝, 宮本直和, 金久博昭, 川上泰雄, 矢内利政: 活動後増強を生じさせるためのコンディショニング収縮の時間が最大随意短縮性足関節底屈トルクに与える影響. *トレーニング科学.* 2011; 23: 31~38.
- 13) Vandervoort AA, Quinlan J, McComas AJ: Twitch potentiation after voluntary contraction. *Exp Neurol.* 1983; 81: 141-152.
- 14) Wilson BR, Robertson KE, Burnham JM, Yonz MC, Ireland ML, Noehren B: The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test. *J Sport Rehabil.* 2018; 27: 445-450.
- 15) Lee DK, Kim GM, Ha SM, Oh JS: Correlation of the Y-Balance Test with Lower-limb Strength of Adult Women. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26: 641-643.
- 16) Han D, Cho B: A Study of Blood Lactic Acid and Isokinetic Muscular Strength after Maximal Load Exercise. *J Phys Ther Sci.* 2012; 24: 499-501.
- 17) Hildebrandt W, Schütze H, Stegemann J: Cardiovascular limitations of active recovery from strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992; 64: 250-257.
- 18) 世古俊明, 杉浦美樹, 高橋由依, 隈元庸夫, 吉川文博: 座位における股関節外転運動の筋力強化としての有用性. *北海道理学療法.* 2011; 28: 22~26.
- 19) Moore D, Semciw AI, Pizzari T: A systematic review and meta-analysis of common therapeutic exercises that generate highest muscle activity in the gluteus medius and gluteus minimus segments. *Int J Sports Phys Ther.* 2020; 15: 856-881.
- 20) 花岡将来, 前田貴哉, 佐藤輝, 吉田英樹: 膝関節伸筋群に対する神経筋電気刺激が筋疲労に及ぼす影響. *理学療法研究.* 2019; 36: 14~17.
- 21) Gregory CM, Bickel CS: Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Phys Ther.* 2005; 85: 358-364.
- 22) Stastny P, Tufano JJ, Golas A, Petr M: Strengthening the Gluteus Medius Using Various Bodyweight and Resistance Exercises. *Strength Cond J.* 2016; 38: 91-101.
- 23) 西村純, 市橋則明, 奥田良樹, 日下部虎夫: ジャンプトレーニングおよびCKC筋力トレーニングがパフォーマンスとOKCでの膝屈伸筋力に与える影響. *理学療法京都.* 2006; 35: 92~93.
- 24) 野崎寛子, 橋場貴史, 宮地知世, 浦田恵, 洲崎俊男, 青木正典, 他: Closed Kinetic Chain (CKC) と Open Kinetic Chain (OKC) との関連性-下肢等尺性収縮について-. *石川県理学療法学会誌.* 2004; 4: 3~7.
- 25) 井上由里, 大谷啓尊, 成瀬進, 後藤誠, 南場芳文, 柏裕介: 思春期女子サッカー選手の modified Star Excursion Balance Test と下肢筋力の関係. *理学療法科学.* 2015; 30: 853~856.
- 26) 野津将時郎, 竹村雅裕, 宮川俊平: Star Excursion Balance Test のリーチ距離と体幹傾斜角度および足関節柔軟性の関係. *体力科学.* 2020; 69: 279~284.
- 27) 神谷阿久里, 原邦夫, 吉田昌平, 藤井雄太, 渥美寛, 菅寛之, 他: 女子トッパースリートの ACL 損傷の受傷要因の解明-疲労がジャンプ着地動作の姿勢制御能力に与える影響-. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2019; 27: 496~504.
- 28) 藤堂愛, 石田知也, 松本尚, 伊藤雄, 田邊芳恵, 青木喜満: 片脚着地時の体幹前傾の動作指導が矢状面および前額面上の下肢関節角度に与える影響. *北海道理学療法.* 2016; 33: 48~52.
- 29) Nguyen AD, Shultz SJ, Schmitz RJ: Landing Biomechanics in Participants With Different Static Lower Extremity Alignment Profiles. *J Athl Train.* 2015; 50: 498-507.
- 30) 宮地司, 羽田圭宏, 河村顕治: 異なる関節角速度での筋力と姿勢制御の関係性-高速度での筋出力特性に着目して-. *理学療法科学.* 2020; 35: 17~21.

Abstract

Immediate effects of gluteus medius exercise and neuromuscular electrical stimulation on external knee moment and lower extremity motor control during jump landing

Atsuhiko Watanabe¹⁾, Shimon Sato¹⁾, Kazuki Akiyama¹⁾,
Takahiro Yoshida¹⁾, Koushi Terada¹⁾, Takayuki Miyamori¹⁻⁴⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

²⁾ Graduate School of Health Science, Juntendo University

³⁾ Graduate School of Sports and Health Science, Juntendo University

⁴⁾ Department of Sports Medicine, Faculty of Medicine, Juntendo University

[Purpose]

The purpose of this study was to examine the effects of both neuromuscular electrical stimulation and strengthening exercises for the gluteus medius muscle on the external knee reaction moment and lower limb motor control during jump landing.

[Methods]

Sixteen healthy male university students were enrolled and divided into three groups: control group, gluteus medius exercise group, and neuromuscular electrical stimulation and mid-pelvic muscle exercise group. Measurements included the Y-balance test (including the knee abduction angle during the test), the knee abduction angle during a single leg drop jump landing, and hip abduction muscle strength.

[Results]

Results showed that the hip abductor muscle strength decreased in both the control and neuromuscular electrical stimulation and gluteus medius exercise groups before and after jump landing. The remaining measurements showed no change between the three groups.

[Conclusion]

The results of this study suggest that exercises, involving neuromuscular electrical stimulation of the gluteus medius muscle, require determination of appropriate stimulation intensity and exercise load. In addition, since it was found that weakness of the gluteus medius muscle alone did not affect the motor control of the lower limb, it is possible that other hip and knee periarticular muscles and a combination of other factors, such as trunk muscle function and ankle joint range of motion, may be involved instead.

Key Words: gluteus medius muscle, neuromuscular electrical stimulation, exercise, lower limb motor control

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 18-25, 2023]

健常若年者における膝伸展1 repetition maximum予測式モデルの構築

清水廉斗¹⁾、水野宥伽¹⁾、島山 明¹⁾、矢島颯太¹⁾、東 優奈¹⁾、宮森隆行¹⁻⁴⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学大学院保健医療学研究科

³⁾ 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

⁴⁾ 順天堂大学医学部スポーツ医学研究室

要 旨

目的: 健常大学生を対象に Hand Held Dynamometer (以下: HHD) 用いて膝伸展1 Repetition Maximum (以下: RM) の予測回帰式を算出するとともに、調整因子を加えた新たな予測式モデルの構築を目的とした。

対象: 対象は健常男子大学生50例100脚(利き足右49脚、左1脚)で、基本属性の平均と95%信頼区間は、年齢で21.2(19.3-23.1)歳、身長で171.4(161.6-181.2)cm、体重で63.2(46.6-79.8)kg、BMIで21.5(16.0-27.0)kg/m²であった。

方法: 1RMの測定とHHDを用いた等尺性膝伸展筋力、立ち幅跳びや反復横跳びなどの体力テストの測定を実施し、1RMを従属変数、HHD値を独立変数とした単回帰分析を行った。その後、1RMを従属変数、膝伸展筋力及びその他の調整因子を独立変数とする重回帰分析により1RMの予測回帰式を算出した。

結果: 単回帰分析の結果、利き脚で $1RM=0.23 \times [HHD] + 8.34$ ($r=0.43$, $p<0.01$)、非利き脚で $1RM=0.23 \times [HHD] + 9.07$ ($r=0.45$, $p<0.001$)の単回帰式が得られた。重回帰分析では体重が独立変数として採択され、利き脚で $1RM=0.3719 \times [体重] - 4.6363$ ($R^2=0.4243$)、非利き脚で $1RM=0.3828 \times [体重] - 5.0434$ ($R^2=0.4292$)の回帰式が得られた。

結論: 単回帰分析の結果、1RMとHHDは利き脚・非利き脚ともに有意な相関関係が認められた。また1RM(y)を従属変数とした重回帰分析の結果、体重(X¹)のみが独立変数として採択され、新たな予測式(決定係数: 利き脚 $R^2=0.42$ ・非利き脚 $R^2=0.43$)が構築できた。

キーワード: 1 repetition maximum、hand-held dynamometer、膝伸展筋力

順天堂保健医療学雑誌, 第4巻, 第1号, 26-34頁, 2023年

緒言 (背景と目的)

レジスタンストレーニング (Resistance Training: 以下、RT) は、筋に一定以上の抵抗をかけ、筋の活動量を高める運動であり、筋力増強や筋肥大の効果が期待できるトレーニングの1つである¹⁾。一般的にRT処方には、1回最大挙上量 (1 Repetition Maximum: 以下、1RM) を測定し、目的に応じて相対的な負荷量を設定する必要がある¹⁾。適切な筋力トレーニングを実施するには、1RMを測定し、その1RMを基準として負荷量を設定する方法が最も適切である²⁾。しかしながら、1RMを正確に測定することは、特殊な筋力測定機器などを必要とするため、スポーツ現場や一般的なリハビリテーション施設で評価することは困難である。そのため、筋力増強トレーニングにおける負荷

量は、指導者や理学療法士の経験則などによって設定されることが多くあった。また、ロコモティブシンドローム (以下、ロコモ) は、高齢者だけの問題ではないことが報告されており³⁾、大学生では、ロコモ度1、ロコモ度2が12.9%存在することが明らかにされている。さらに、若年者の膝関節伸展筋力は、歩行能力の指標である歩行速度に影響を及ぼすことや⁴⁾、ロコモの者では、健常者に比べて膝伸展筋力が有意に低下していることが報告されている⁵⁾。したがって、若年者においても、効率的な評価方法を用いた最適負荷設定による膝伸展RTが求められている。

近年、筋横断面積などの形態学的要因は筋力と関連があることが報告されており⁶⁾、筋の形態学的要因を評価する Gold Standard として磁気共鳴画像 (Magnetic Resonance Imaging: 以下、MRI) やコンピュータ断層

責任著者: 清水廉斗

順天堂大学医学部附属順天堂医院リハビリテーション室

〒113-0033 東京都文京区本郷3-1-3

E-mail: r.shimizu.bm@juntendo.ac.jp

責任著者: 宮森隆行

順天堂大学大学院保健医療学研究科

〒113-8421 東京都文京区本郷2-1-1

E-mail: t.miyamori.hi@juntendo.ac.jp

撮影 (Computed Tomography: 以下、CT) が筋断面積の評価として利用されている⁷⁾。さらに、より簡便な測定方法として超音波画像診断装置 (Ultrasound Imaging) を用いて膝関節伸筋の厚みを評価することが普及してきている⁸⁾。しかしながら、これらの機器を用いて筋力評価を実施することは、経済的問題や測定方法が複雑なため利便性が乏しい。したがって、スポーツ現場やリハビリテーション施設では、より簡便に、かつ効率的に筋力を評価することが求められている。

近藤ら⁹⁾ は、健常者を対象にして、Hand Held Dynamometer (以下: HHD) を用いた等尺性膝伸筋力の最大値から膝関節伸筋の1RMを推定できることを報告した。また、育成年代では、これまで学校教育の体力テストとして、垂直跳びや立ち幅跳び、反復横跳びなどが広く実施されており、近年の研究では、垂直方向の跳躍動作、つまり垂直跳びの跳躍高は膝関節伸筋力と相関が高いことが報告されている¹⁰⁾。さらに、1RMの簡便な推定値においては、HHDを用いた脳卒中片麻痺患者や高齢者を対象とした報告があるが^{11, 12)}、健常若年者を対象に、身体的特徴や上述した体力テストの結果などを考慮に入れた報告はない。

そこで本研究では、健常大学生を対象にHHDを用いて膝伸筋1RMの予測回帰式を算出するとともに、身体的特徴や体力テストの結果などの調整因子を加えた新たな予測モデルの構築を目的とした。

この研究を進めることにより簡便に1RMの推定が可能となり、若年者のロコモ予防を目的とした膝伸筋RTの最適負荷設定に貢献できると考える。

方 法

1. 対象

対象は、健常男子大学生50名100脚 (利き脚: 右49脚、左1脚) とした。医師による運動制限の指示がある者、運動課題説明が理解困難な者、運動課題の中止を必要とするような疼痛がある者、急速に進行中の進行性疾患、急性疾患または不安定な慢性疾患がある者、高血圧または頻脈の既往のある者、膝の整形外科的疾患がある者、関節可動域制限がある者を除外基準とした。対象者には、研究の目的と内容について文書と口頭にて説明し、同意を得た後に測定を行った。

2. 方法

1) 対象者の身体的特徴と運動歴

アンケート調査にて取得した。アンケート調査の項目は、年齢・身長・体重・既往歴・主な運動歴 (種目・

年数)・現在の運動習慣の有無とした。

2) 体力テスト

測定前に対象者には、自転車エルゴメーター (エアロバイク[®]75XL III、株式会社コナミスポーツライフ、神奈川、日本) を用いて5分間の運動 (強度20W、回転数60/分) を実施した後、静的ストレッチング (ハムストリングス、内転筋群、殿筋群、大腿四頭筋、下腿三頭筋、足首の柔軟) を行い、十分なウォーミングアップを実施した。測定項目および分析方法は以下の通りとした。

(1) 膝関節伸筋1RM

膝関節伸筋1RMの測定は、漸増式下肢筋力評価装置 (リハブ5530、HUR、東京、日本) を用いて実施した。両股関節・膝関節屈曲90°の坐位肢位をとり、骨盤及び大腿遠位部をベルトで固定し、両上肢は胸部前面でクロスし、代償動作を抑制した。その状態から一側膝関節を最大伸展させ、最大伸展角度を決定した。対象者には、利き脚から順に3～5回目までに最大値を測定できるように負荷量を漸増しながら膝関節を最大伸展した。最大伸展の判定は、対象者の非負荷時の最大伸展角度から、同一検者の1横指以内の角度であれば許容範囲とし、1kg単位で測定した。測定時に過剰な代償動作が見られた場合は無効とし、測定試行間には90秒程度の休憩を設けた。対側も同様に実施した。

(2) 大腿周径

大腿周径の測定部位は、膝蓋骨上縁と膝蓋骨上縁10cm近位とした。対象者の計測姿勢はベッド上にて背臥位とし、大腿部を露出させ、膝蓋骨上縁と10cm近位にマーカーで印をつけた。計測はメジャーを用いて測定し、記録は0.5cm単位とした。対側も同様に実施した。

(3) 等尺性膝関節伸筋筋力

等尺性膝関節伸筋筋力の測定は、HHD (ミュータス F-1、アニマ株式会社、東京、日本) を用いて1RMの測定肢位と同様に実施した。HHDのセンサーパッドは、固定ベルトを通して対象者の下腿遠位部と治療ベッドの脚を連結し、固定ベルトが床と水平になるように設定した。測定時に代償動作を起こさないことに加え、等尺性筋力測定は測定開始から5秒後に最大筋力発揮となるように指示し、3回試行した際の最大値 (kgf) を採用した。測定試行間には90秒程度の休憩を設けた。対側も同様に実施した。

(4) 垂直跳び (スクワットジャンプ [SJ])

SJの測定は、ジャンプメーター (JUMP-MD、竹井機器工業株式会社、東京、日本) を対象者の骨盤帯に

巻いて固定した。測定肢位は、両上肢を腰に当て、股関節90°位、膝関節は股関節屈曲に伴う自然屈曲位を測定開始肢位とした。測定は、開始肢位にて静止した状態から下方向に反動をつけず、両上肢を腰に当てたまま直上に向かって跳ばせた。1cm単位で測定し、3回試行した際の最大値を採用した。

(5) 垂直跳び (カウンタームーブメントジャンプ [CMJ])

CMJの測定は、SJと同様に、ジャンプメーター (JUMP-MD、竹井機器工業株式会社、東京、日本) を骨盤帯に巻いて固定した。測定肢位は、両上肢を腰に当て、対象者の自由に反動をつけた状態から両上肢を腰に当てたまま直上に向かって跳ばせた。1cm単位で測定し、3回試行した際の最大値を採用した。

(6) 両脚立ち幅跳び

文部科学省の新体力テスト実施要項¹³⁾に従った。測定方法は、両上肢の反動を利用し、両脚を軽く開かせ、つま先が踏み切り線の前端に揃うように立たせ、両脚で同時に踏み切って前方へ跳ばせた。記録は、着地した脚のうち、最も踏み切り線に近い位置と、踏み切り前の両脚の中央の位置とを結ぶ直線の距離を測定した (図1)。対象者が着地に失敗した試行や、着地後に計測位置がずれた試行は無効とした。1cm単位で測定し、3回試行した際の最大値を採用した。

(7) 片脚立ち幅跳び

片脚立ち幅跳びの測定方法は、両上肢の反動を利用し、対象者のどちらか片脚のつま先が踏み切り線の前端に揃うように立ち、片脚で踏み切って前方へ跳ばせた。着地は、踏み切った脚と同脚で着地した。記録は、着地した脚の踵の踏み切り線に近い位置と、踏み切り位置とを結ぶ直線の距離を測定した。対象者が着地に失敗した試行や、着地後に計測位置がずれた試行は無効とした。1cm単位で測定し、3回試行した際の最大値を採用した。対側脚も同様に実施した。

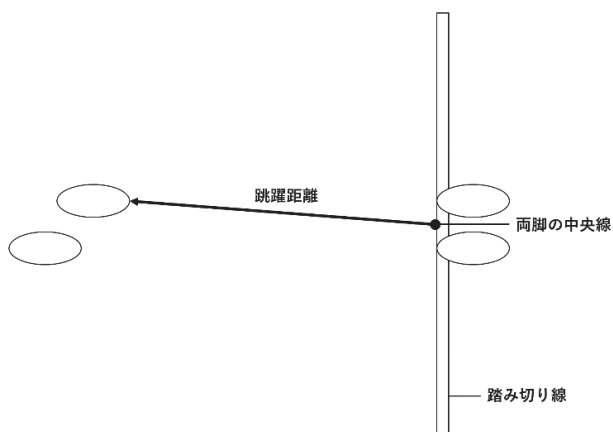


図1 立ち幅跳びの測定方法

(8) 反復横跳び

反復横跳びの測定方法は、文部科学省の新体力テスト実施要項¹³⁾に従った。中央ラインを引き、その両端100cmのところには2本の平行ラインを引いた (図2)。測定は、対象者に中央ラインをまたいで立ってもらい、「始め」の合図で一側のラインを越すか、または、踏むまでサイドステップし (ジャンプしてはいけない)、次に中央ラインにもどり、さらに一側のラインを越すかまたは触れるまでサイドステップをした。上記の運動を20秒間繰り返し、それぞれのラインを通過するごとに1点とした。ラインに触れなかったものやジャンプしたものは無効とし、測定は20秒間を1回のみ実施し、その点数を記録した。

3) 統計解析処理

体力テストの結果におけるHHD・片脚立ち幅跳び・1RMの利き脚と非利き脚の比較は、対応のないt検定を実施した。1RMとHHDの関連性はPearsonの相関分析を実施した。1RM予測回帰式は、1RM (利き脚・非利き脚) を従属変数、他の調整因子 (年齢・身長・体重・SJ・CMJ・両脚立ち幅跳び・反復横跳び・大腿周径・HHD・片脚立ち幅跳び) を独立変数としてステップワイズ法を用いた重回帰分析により算出した。統計学的検定には、統計解析ソフト「R」を使用し、有意水準 (P) は5%とした。

結果

対象者の身体的特徴を表1に示す。

対象者の平均年齢は21.2歳 (95%信頼区間、以下CI: 19.3-23.1)、身長は171.4cm (CI: 161.6-181.2)、体重は63.2kg (CI: 46.6-79.8)、BMIは21.5kg/m (CI: 16.0-27.0)であった。

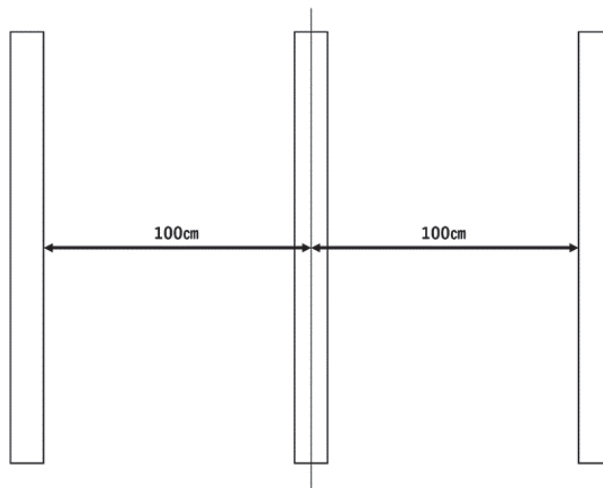


図2 反復横跳びのライン設定

表 1 対象者の身体的特徴

	平均値 (95% 信頼区間)
年齢 [歳]	21.2 (19.3-23.1)
身長 [cm]	171.4 (161.6-181.2)
体重 [kg]	63.2 (46.6-79.8)
BMI [kg/m ²]	21.5 (16.0-27.0)

BMI: Body Mass Index

対象者の主な運動歴を表2に示す。

対象者が経験している主な運動種目は、野球16名・平均経験年数9.9年 (95%CI:3.9-16.0)、サッカー 14名・平均経験年数9.2年 (95%CI:8.3-19.8)、バスケットボール5名・平均経験年数5.0年 (95%CI:-0.4-10.4)、バレーボール3名・平均経験年数6.0年 (95%CI:1.2-10.8)、バドミントン3名・平均経験年数5.3年 (95%CI:-4.0-14.7)、その他9名・平均経験年数8.1年 (95%CI:5.4-10.8) であった。

対象者の体力テストの結果を表3に示す。

表 2 対象者の主な運動歴

種 目	人数	平均経験年数 (95% 信頼区間)
野球	16 名	9.9 年 (3.9-16.0)
サッカー	14 名	9.2 年 (8.3-19.8)
バスケットボール	5 名	5.0 年 (-0.4-10.4)
バレーボール	3 名	6.0 年 (1.2-10.8)
バドミントン	3 名	5.3 年 (-4.0-14.7)
その他	9 名	8.1 年 (5.4-10.8)

表 3 体力テストの結果

テスト項目	平均値 (95% 信頼区間)	P 値
SJ [cm]	40.1 (30.6-49.6)	
CMJ [cm]	47.4 (37.2-57.6)	
両脚立ち幅跳び [cm]	228.5 (189.6-267.4)	
反復横跳び [回]	54.6 (42.8-66.4)	
大腿周径		
膝蓋骨上縁直上 (利き脚) [cm]	37.0 (31.2-42.8)	0.90
膝蓋骨上縁直上 (非利き脚) [cm]	36.9 (31.1-42.7)	
大腿周径		
膝蓋骨上縁 10cm 上 (利き脚) [cm]	45.0 (36.7-53.3)	1.00
膝蓋骨上縁 10cm 上 (非利き脚) [cm]	44.8 (36.7-52.9)	
HHD (利き脚) [kgf]	45.6 (27.9-63.3)	0.54
HHD (非利き脚) [kgf]	44.1 (24.8-63.4)	
片脚立ち幅跳び (利き脚) [cm]	173.6 (137.2-210.0)	0.92
片脚立ち幅跳び (非利き脚) [cm]	173.9 (132.8-215.0)	
1RM (利き脚) [kg]	18.9 (9.4-28.4)	0.68
1RM (非利き脚) [kg]	19.1 (9.4-28.8)	

SJ: Squad Jump、CMJ: Counter Movement Jump、HHD: Hand-Held Dynamometer、RM: Repetition Maximum

各項目の平均値は、SJで40.1cm (CI: 30.6-49.6)、CMIで47.4cm (CI: 37.2-57.6)、両脚立ち幅跳びで228.5cm (CI: 189.6-267.4)、反復横跳びで54.6回 (CI: 42.8-66.4)、大腿周径は膝蓋骨上縁直上 (利き脚) で37.0cm (CI: 31.2-42.8)、膝蓋骨上縁直上 (非利き脚) で36.9cm (CI: 31.1-42.7)、膝蓋骨上縁10cm上 (利き脚) で45.0cm (CI: 36.7-53.3)、膝蓋骨上縁10cm (非利き脚) で44.8cm (CI: 36.7-52.9)、HHD (利き脚) で45.6kgf (CI: 27.9-63.3)、HHD (非利き脚) で44.1kgf (CI: 24.8-63.4)、片脚立ち幅跳び (利き脚) 173.6cm (CI: 137.2-210.0)、片脚立ち幅跳び (非利き脚) で173.9cm (CI: 132.8-215.0)、1RM (利き脚) で18.9kg (CI: 9.4-28.4)、1RM (非利き脚) で19.1kg (CI: 9.4-28.8) であった。

単回帰分析の結果を図3、4に示す。1RMとHHDの相関は利き脚・非利き脚ともに有意な相関関係が認められた (利き脚: $r=0.43$ $p<0.01$ 、非利き脚: $r=0.45$ $p<0.001$)。単回帰予測式として、利き脚で $y=0.23 \times [\text{HHD}] + 8.34$ 、非利き脚で $y=0.23 \times [\text{HHD}] + 9.07$ が得られた。

また、1RMを従属変数とした重回帰分析の結果、体重のみが独立変数として採択され、1RM予測式 (決定係数 利き脚: $R^2=0.42$ 、非利き脚: $R^2=0.43$) が構築された (表3、4)。さらに単回帰分析を行った結果、1RMと体重の間において利き脚・非利き脚ともに有意な相関が認められた (利き脚: $r=0.65$ $p<0.0001$ 、非利き脚: $r=0.66$ $p<0.0001$)。

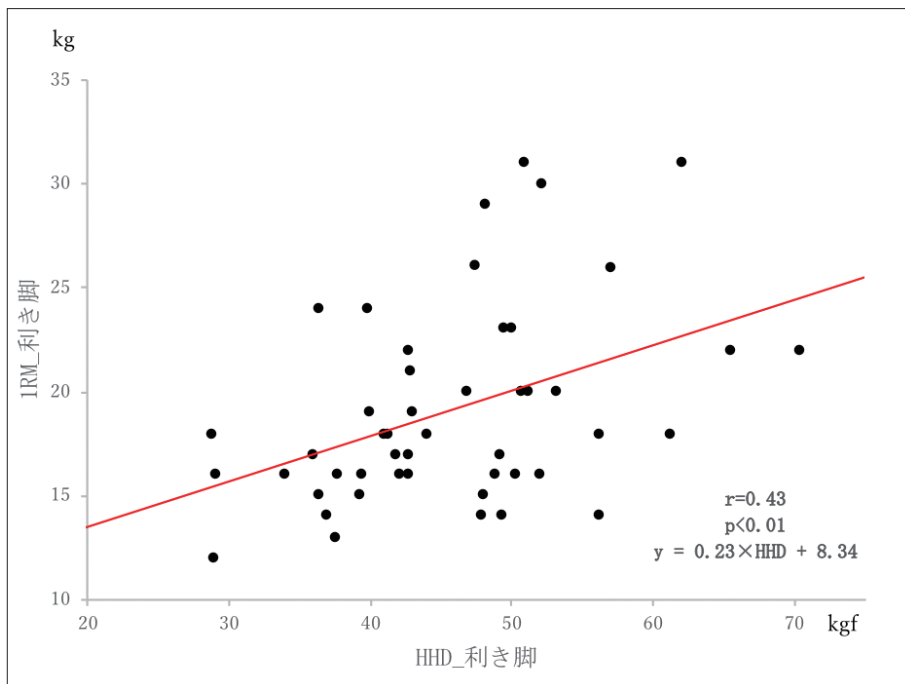


図3 利き足の1RMとHHDのPearsonの相関図

RM : Repetition Maximum、HHD : Hand-Held Dynamometer

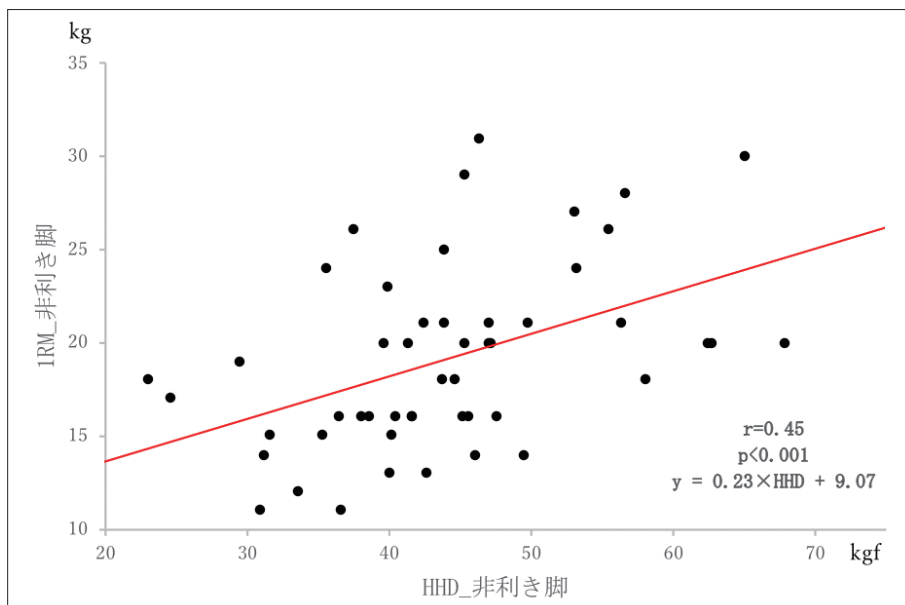


図4 非利き足の1RMとHHDのPearsonの相関図

RM : Repetition Maximum、HHD : Hand-Held Dynamometer

表3 重回帰分析の結果（利き脚）

	偏回帰係数	標準偏回帰係数
定数	-4.6363	
体重	0.3719	0.6514

$R^2=0.4243$ $p<0.0001$
 $y=0.3719 \times [\text{体重}] - 4.6363$

表4 重回帰分析の結果（非利き脚）

	偏回帰係数	標準偏回帰係数
定数	-5.0434	
体重	0.3828	0.6551

$R^2=0.4292$ $p<0.0001$
 $y=0.3828 \times [\text{体重}] - 5.0434$

考 察

本研究では、膝伸展 RT の最適負荷設定を検証することを目的として、単回帰分析による 1RM と HHD の相関関係に加え、1RM を従属変数として身体的特徴や体力テストの結果などの調整因子を加えた重回帰分析によって、1RM の予測式が構築できるか検証した。単回帰分析の結果、1RM と HHD の間には、利き脚・非利き脚ともに有意な相関関係が認められた。また、重回帰分析の結果、独立変数として体重のみが採択され、新たな予測式が構築された。

本研究では、1RM と HHD との間に有意な相関関係（利き脚： $r=0.43$ $p<0.01$ 、非利き脚： $r=0.45$ $p<0.001$ ）が認められたが、その相関係数は決して高いものではなかった。川崎ら¹¹は、HHD 値と膝伸展ピークトルクの間が高い相関係数（ $r=0.99$ ）が認められ、膝伸展トルクから 1RM を推定できると報告しており、膝伸展ピークトルクの算出のために下腿アーム長の計測を行っていた。本研究では、HHD のセンサーパッドは検者任意の下腿遠位部にて固定したが、1RM 測定時は、使用機器の性質上、HHD 測定時に決定したセンサーパッド固定部位と同一部位で 1RM の測定が行えなかったため、下腿アーム長の計測は行わなかった。先行研究^{9, 11, 12}での 1RM 測定には、重錘バンドを用いていることが多く、HHD と 1RM 双方の測定において、抵抗部位を一致させることが可能であり、膝伸展ピークトルク値を考慮しなかったことが本研究の相関係数に影響したのではないかと考える。そのため、今後の測定では抵抗部位の一致を図るとともに、膝伸展ピークトルク値も考慮して再検証する余地がある。また、1RM の測定と HHD の測定では筋の収縮様式が異なるため、HHD 測定時に膝伸展運動を許しながらの測定や、筋収縮時の至適長を考慮した関節角度の設定など、さらなる検討が必要であると考えられる。

重回帰分析の結果、1RM の予測因子として体重のみが採択され、予測回帰式モデルの構築ができた。しかしながら、その決定係数は決して高いものとはいえず、再検証する余地がある。本研究において、体重のみが予測因子として採択されたこと、その他の測定項目が採択されなかったことについて以下に述べていく。

垂直跳び（SJ・CMJ）について、甲斐ら¹⁴は、男性における CMJ の跳躍高は、足関節底屈筋力との間に有意な相関を認めたとしている。しかし、膝関節伸展筋力との間に有意な相関を認めず、女性では、膝関節伸展筋力との間に有意な相関を認めたと、足関節底

屈筋力との間には有意な相関は認められなかったと報告している。跳躍高に対する下肢筋力の貢献度を分析した先行研究¹⁵では、下肢伸展筋の中でも足関節底屈筋力の総仕事量が跳躍高に最も強く影響することが報告されており、男性における CMJ の跳躍高では足関節底屈筋の筋活動が大きく影響したと考えられる。さらに、Ford ら¹⁰は、若年女性において垂直跳びの跳躍高は膝関節伸展筋力と相関が高いことを報告しており、甲斐らの報告と一致している。跳躍動作時における足関節底屈筋には、股関節や膝関節で産生された伸展筋力を効率的に伝達する役割があるとされている¹⁶。そのため、垂直跳びでは膝伸展筋のみならず足関節底屈筋や股関節伸展筋の筋活動も関与していることが考えられる。

反復横跳びについては、先行研究において筋力との関連についての報告は少なく、筋瞬発力との関連について報告されている^{17, 18}。さらに、佐々木ら¹⁹は、Closed Kinetic Chain（CKC）でのトレーニングによって膝伸展筋力が増強した者は、反復横跳びの能力が向上したと報告している。千葉ら²⁰によると、一般的な男子大学生の反復横跳びの平均値は 48.6 回であったとしているが、本研究の対象者の平均値は 54.6 回であった。本研究対象者は、野球、サッカー、バレーボールなどの運動歴があり、もともと運動能力が潜在的に高かったため、反復横跳びの結果に影響を与えたことが示唆される。

立ち幅跳びについて、上池ら²¹は single hop for distance の成績と膝伸展筋力の間には相関関係があると報告しており、本研究で得られた結果と異なる。しかしながら、横澤ら²²は立ち幅跳びの踏み切り動作と下肢筋力の関係について、踏み切り動作中の股関節ピークパワーと跳躍距離との間に正の相関があると報告しており、さらに、運動能力の向上には体の各部位の動作のタイミングが重要であるとされている。そして、陳ら²³は肩関節と股関節のタイミングの取り方は跳躍距離と関連性が高いと報告している。本研究では、野球・バスケットボール・バレーボールの運動歴がある対象者が含まれており、垂直跳び同様に、立ち幅跳び動作においても上肢動作を含めたコーディネーション能力が高いことが推察され、立ち幅跳びにおいて膝伸展筋力との関連がみられなかった可能性が考えられる。

重回帰分析の結果、独立変数として体重が採択され、単回帰分析を行った結果、1RM と体重の間において利き脚・非利き脚ともに有意な相関が認められた（利き脚： $r=0.65$ $p<0.0001$ 、非利き脚： $r=0.66$ $p<$

0.0001)。前述の通り、立ち幅跳びや反復横跳びなどの体力テストの項目について、重回帰分析では有意な独立変数として採択されなかった。Kanada ら²⁴⁾は、健康成人男性において、1RM と体重の間には有意な相関関係 ($r=0.679$ $p<0.01$) があると報告しており、本研究で得られた結果と一致している。また、大腿中央部周径は、大腿全体の解剖学的筋断面積を反映している²⁵⁾とされており、Kitagawa ら²⁶⁾は、体重と大腿周径との間に有意な相関関係 ($r=0.82$ $p<0.01$) があることを示している。しかし、本研究では、膝伸展筋力に影響を与える要因として大腿周径は採択されなかった。これは、解剖学的筋断面積の指標とされる大腿周径ではなく、筋線維長や羽状角を考慮に入れた大腿四頭筋の生理学的断面積が影響していることが考えられる。生理学的筋断面積とは、筋線維の走行に対して垂直に横断した筋断面積のことであり、速筋線維ほど生理学的断面積が大きいと報告されている²⁷⁾。また、Dueb ら²⁸⁾や Ingier²⁹⁾らによると、一般的な大学生の大腿四頭筋の筋線維タイプ組成は、遅筋線維よりも速筋線維の割合が大きいとされている。したがって、速筋線維の含有量が多い大腿四頭筋を利用した膝伸展筋力では、大腿四頭筋の生理学的断面積が影響していることが考えられ、大腿周径ではなく、体重のみが有意な独立変数として採択されたと考える。

本研究の限界は、4つ挙げられる。まず、1RM 測定時に使用した機器において、モーメントアームの調節が困難であり、膝関節ピークトルクの測定が行えなかったこと。また、MRI や CT などの機器を用いた大腿四頭筋の筋断面積などの評価を行っていないこと。さらに、対象者に運動歴があり、潜在的に運動能力が高かったこと。最後に、低体重や肥満の症例では、平均的な体重の範囲にいる健康学生を対象とした本研究での関係性が保てない可能性があることである。今後の展望としては、運動歴や競技歴、運動習慣の有無や性別などを細分化し、1RM の簡便な予測方法を検討していきたいと考える。

結 論

本研究では、HHD を用いて膝伸展 1RM の予測回帰式を算出するとともに、身体的特徴や体力テストの結果などの調整因子を加えた新たな予測式モデルの構築を目的とした。1RM (y) を従属変数とした重回帰分析の結果、身体的特徴である体重 (X^1) のみが独立変数として採択され、新たな予測式 (利き脚: $y=0.3719 \times [\text{体重}] - 4.6363$ $R^2=0.42$ $p<0.0001$ 、非利き脚: $y=0.3828 \times [\text{体重}] - 5.0434$ $R^2=0.43$ $p<0.0001$) が構築され

た。

謝 辞

本研究に参加して頂いたすべての対象者の皆様に感謝致します。

倫理的配慮

本研究は、順天堂大学保健医療学部研究等倫理委員会の審査を受け、承認を得たうえで実施した (承認番号: 22-022)。

利益相反

本研究における利益相反はない。

参考文献

- 1) American College of Sports Medicines, 日本体力医学会体力科学編集委員会 (監訳), 運動処方 の指針-運動負荷試験と運動プログラム. 原著第8版. 東京. 南江堂. 2011: 83~92.
- 2) American College of Sports Medicines: American college of sports medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41: 687-708.
- 3) 齊藤力, 山本陽平, 阿部彰浩, 康徳龍, 小林量作: 若年者におけるロコモ25該当率と SF-8 の関連についての検討. 新潟医療福祉学会誌. 2018; 18: 30.
- 4) Osawa Y, Chiles Shaffer N, Shardell MD, Studenski SA, Ferrucci L: Changes in knee extension peak torque and body composition and their relationship with change in gait speed. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2019; 10: 1000-1008.
- 5) 藤田聡志, 清水要吉, 林一宜, 上本宗唯, 川田英樹, 田邊恒成, 他: 「ロコモティブシンドローム」の人は膝の伸展力が弱い. 臨床整形外科. 2017; 52: 951~954.
- 6) 斎藤明彦, 丸山仁司, 新井正一, 橋本光康, 金場敏憲, 岩谷力: MR 画像から求めた大腿四頭筋の筋形態と等運動性最大膝伸展筋力トルクとの関係について. 国際医療福祉大学紀要. 1998; 3: 35~43.
- 7) Heymsfield SB, Gonzalez MC, Lu J, Jia G, Zheng J: Skeletal muscle mass and quality. evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia. Proc Nutr Soc. 2015; 74: 355-366.
- 8) 福元善啓, 池添冬芽, 山田陽介, 市橋則明: 超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価.

- 理学療法学. 2015; 42: 65~71.
- 9) 近藤隆, 神谷健太郎, 米澤隆介: 膝伸展筋力トレーニング負荷量の簡便な設定法 - Hand-held Dynamometer と 1 repetition maximum の関連性 -. 北里理学療法. 2004; 7: 149~152.
 - 10) Ford KR, Myer GD, Brent JL, Hewett TE: Hip and knee extensor moments predict vertical jump height in adolescent girls. *J Strength Cond Res.* 2009; 23: 1327-1331.
 - 11) 川崎仁史, 富田和秀, 居村茂幸: 脳卒中片麻痺患者における非麻痺側膝伸展 1 repetition maximum の推定. 理学療法科学. 2016; 31: 485~488.
 - 12) 山崎裕司, 上村朋美, 中屋久長, 山本双一, 平賀康嗣, 片山訓博, 他: 下肢筋群 1 Repetition Maximum の測定. 高知リハビリテーション学院紀要. 2010; 11: 9~12.
 - 13) 文部科学省: 新体力テスト実施要項 (20歳~64歳対象). https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_03.pdf, 2022年7月20日.
 - 14) 甲斐義浩, 村田伸, 相馬正之, 田守康彦, 藤田美和子, 他: 垂直跳びにおける下肢筋力の貢献度 - 男女の特性比較 -. *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy.* 2013; 3: 109~112.
 - 15) Nagano A, Fukashiro S: Relationships between mechanical output from individual joints and jump height in submaximal to maximal effort vertical jumps. *バイオメカニクス研究.* 2000; 4: 16~20.
 - 16) Van Soest AJ, Schwab AL, Bobbert MF: The influence of the biarticularity of the gastrocnemius muscle on vertical-jumping achievement. *J Biomech.* 1993; 26: 1-8.
 - 17) 川岡臣昭: ウォームアップにおけるストレッチングの違いが反復横とびおよび15m スプリントに及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌. 2008; 17: 445~448.
 - 18) 酒巻敏夫, 加藤延雄, 福光能里子, 長谷部昭久, 安達知恵子, 竹森謙一, 他: 反復横とび測定方法の検討. 体力科学. 1974; 23: 77~84.
 - 19) 佐々木誠, 山上弘義, 白鳥常男: 等速性片側脚伸展筋力増強訓練と等速性膝伸展筋力増強訓練とのトレーニング効果の比較. 理学療法学. 1997; 24: 153.
 - 20) 千葉義信: 大学生の体格と体力との関係について. 神奈川大学国際経営論集. 2009; 10: 133~139.
 - 21) 上池浩一, 島本大輔, 川口浩太郎, 諸岡孝俊, 吉矢晋一: hop test の成績と膝関節筋力の関係 - 異なる hop test による検討 -. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2022; 30: 179~184.
 - 22) 横澤俊治, 熊川大介, 荒川裕志, 勝亦陽一, 赤木亮太: 立幅跳踏切動作中の下肢関節パワーと等速性最大筋力との関係に関するバイオメカニクス的研究. *体育学研究.* 2016; 61: 173~184.
 - 23) 陳周業, 石井良昌, 渡部和彦, 上田毅, 黒川隆志: 児童期の立ち幅跳びにおける上肢と下肢のタイミングの取り方に関する研究. *トレーニング科学.* 2011; 23: 77~85.
 - 24) Kanada Y, Sakurai H, Sugiura Y, Arai T, Koyama S, Tanabe S: Estimation of 1RM for knee extension based on the maximal isometric muscle strength and body composition. *J Phys Ther Sci.* 2017; 29: 2013-2017.
 - 25) 松澤正, 江口勝彦: 理学療法評価学. 改訂第6版. 東京. 金原出版. 2018: 63.
 - 26) Kitagawa T, Miaki H, Osumi K, Matsui N, Terada S: Prediction of maximum isometric muscle strength of knee extensors using ultrasonography. *J wellness health care.* 2019; 43: 47-53.
 - 27) 市橋則明, 吉田正樹, 石川齊, 山瀬薫, 濱田松彦, 三浦元, 他: MRI による筋線維長及び生理学的断面積の測定. 理学療法学. 1994; 21(Suppl2): 354.
 - 28) Duey WJ, Bassett DR Jr, Torok DJ, Howley ET, Bond V, Mancuso P, et al: Skeletal muscle fibre type and capillary density in college-aged blacks and whites. *Ann Hum Biol.* 1997; 24: 323-331.
 - 29) Ingjer F: Capillary supply and mitochondrial content of different skeletal muscle fiber types in untrained and endurance-trained men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1979; 40: 197-209.

Abstract

Creating a regression formula of 1 repetition maximum for knee extensors in healthy young people

Rento Shimizu¹⁾, Yuka Mizuno¹⁾, Mei Hatakeyama¹⁾, Sota Yajima¹⁾,
Yuna Azuma¹⁾, Takayuki Miyamori¹⁻⁴⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

²⁾ Graduate School of Health Science, Juntendo University

³⁾ Graduate School of Sports and Health Science, Juntendo University

⁴⁾ Department of Sports Medicine, Faculty of Medicine, Juntendo University

Purpose: The aim of this study was to create a regression formula to estimate the 1 repetition maximum (1RM) for knee extensors, based on the maximal isometric muscle strength measured using a hand-held dynamometer (HHD) and data regarding the other factors.

Methods: Fifty healthy male university students participated in this study, age: 21.2 (19.3-23.1) years, height: 171.4 (161.6-181.2) cm, weight: 63.2 (46.6-79.8) kg, BMI: 21.5 (16.0-27.0) kg/m². Single regression analysis was performed, with measurement values representing 1RM and the maximal isometric muscle strength as dependent and independent variables, respectively. Furthermore, to create a regression formula to estimate 1RM for knee extensors, Stepwise multiple regression analysis was performed, with data regarding age, height, weight, HHD, vertical jump, hop test, single hop test, repeated side jumps.

Results: Single regression analysis provided the following regression formula; dominant leg: $1RM=0.23 \times HHD+8.34$ ($r=0.43$ $p<0.01$), non-dominant leg: $1RM=0.23 \times HHD+9.07$ ($r=0.45$ $p<0.001$). On multiple regression analysis, weight was adopted as the independent variable, and provided the following multiple regression formula; dominant leg: $1RM=0.3719 \times \text{weight}-4.6363$ ($R^2=0.42$), non-dominant leg: $1RM=0.3828 \times \text{weight}-5.0434$ ($R^2=0.43$).

Conclusion: Single regression analysis revealed a significant correlation between 1RM and HHD for both dominant and non-dominant legs. Multiple regression analysis with 1RM (y) as the dependent variable revealed that only weight (X1) was adopted as the independent variable, and a new prediction formula (dominant leg: $R^2=0.42$, non-dominant leg: $R^2=0.43$) was constructed.

Key Words: 1 repetition maximum, hand-held dynamometer, knee extensors

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 26-34, 2023]

腰部に負担の少ない乳幼児用の抱っこ紐の開発

松田雅弘¹⁾、藤野雄次¹⁾、高橋容子¹⁾、楠本泰士²⁾、北原エリ子³⁾、掛川 圭¹⁾、藤原俊之^{1,3,4)}

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 福島県立医科大学保健科学部理学療法学科

³⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂医院リハビリテーション室

⁴⁾ 順天堂大学大学院医学研究科

要 旨

従来の抱っこ紐は、家事や旅行などにおいて、肩こりや腰痛などの母親の身体的・精神的な負担が大きい。そこで、より負担が少なく、長時間抱っこができる抱っこ紐を提案した。対象は妊娠・育児経験のある女性8名とした。年齢は34.8±2.7歳、身長は159.6±3.5cm、体重は51.9±4.5kg（いずれも平均±標準偏差）であった。従来品のKoala1.0または新規開発したKoala2.5を装着した状態で、30分間の運動前後の身体歩行と自覚的疲労を調査した。Koala2.5では、サポートストラップを左右の腰椎に装着し、腰椎ベルトを締め、肩ベルトの工夫を行った。Koala2.5では、運動後の主観的疲労感のVAS（Visual Analogue Scale）スコアが有意に低く、歩行時の頭部や体幹の上下動が少なく、骨盤の傾きが改善していた。同様に、運動後の起立性脊椎組織硬度も、Koala1.0では増加傾向が見られたのに対し、Koala2.5では有意に減少した。

キーワード：抱っこ紐、身体負荷、人間工学

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，35-39頁，2023年

1. はじめに

抱っこ紐は子どもを安全に長時間縦抱きする構造で製作されている。抱っこされる対象の子どもは成長とともに体重が増し、抱っこ紐の使用者となる母親の身体的負担感が高まることが考えられる。主な身体的負担は肩や腰に集中するため¹⁾、継続的な抱っこ紐の使用は肩こりや腰痛の原因となりうる。そのため、身体的負担を軽減する抱っこ紐の構造が望まれている。これまで抱っこ紐に関して、生理反応から身体的負担を解析した報告¹⁾や、抱っこ姿勢を画像分析した報告²⁾などがみられ、これらの研究成果をもとにした抱っこ紐の構造的な改善によって、抱っこ紐使用者の負担感軽減に寄与してきた。

今回、腰部負担を軽減することを目的に、肩ベルトの工夫と腰部パッド（中芯を含む）を追加することで、子どもを抱っこする身体的負担感の軽減が可能ではないかと発案した。本研究では、抱っこ紐使用時の主観的な疲労感だけでなく、組織硬度、姿勢変化を含む多角的な評価を行い、異なる抱っこ紐使用時の身体的な変化や負担感を検討することを目的とした。

2. 対象と方法

1) 対象

子育ての経験のある女性8名を対象とした。年齢は34.8±2.7歳、身長は159.6±3.5cm、体重は51.9±4.5kg（いずれも平均±標準偏差）であった。

本研究は順天堂大学保健医療学部研究倫理委員会の承認（20-003）を得て、本人に文書を用いて説明したうえで、文書にて同意を得て実施した。

2) 方法

【開発の要点と運動課題】

研究で使用する抱っこ紐は2種類準備した。Koala1.0（ニューウェルブランズ・ジャパン合同会社製）は、腰パッド内に中芯がなく、肩ベルトカーブのない製品、Koala2.5（ニューウェルブランズ・ジャパン合同会社製）は、新規開発した抱っこ紐で、肩ベルトと体の接地面を増やし、アジャスターを身体の中央部に置き、腰パッド内の背骨の両側に中芯2本を挿入した製品である（図1）。

この2種類の抱っこ紐を用いて、人形の赤ちゃん（7kg）（以下、赤ちゃん）を抱っこし、運動負荷を与えた前後の身体的疲労度と姿勢の変化を後述の評価方法

責任著者：松田雅弘

順天堂大学保健医療学部

〒113-0033 東京都文京区本郷3-2-12

E-mail: t.matsuda.ye@juntendo.ac.jp

① 肩ベルトカーブを自然な肩のラインに沿わせ、ベルトの体への接地面を増やす

②フィットアジャスターを肩甲骨の下あたりに持ってくることで、背中で支える点を従来の首の後ろではなく、背中中央近くに置く

③腰パッドにおいて、背骨の両側に中芯を2本入れて腰椎をしっかり支える



図1 新規抱っこ紐 (Koala2.5) の工夫

で比較した。運動負荷は運動①：モップを使用した床清掃 (5分)、運動②：トレッドミル上で快適歩行速度の歩行 (10分)、運動③：体重の1/10の重錘の平行移動 (3分)、高さ40cm に置いてある重錘を両手で持ち上げ、3m 離れた同じ規格の椅子に置き、それを繰り返す課題とした。なお、運動負荷は運動①～③を連続で休憩なく実施した。

【評価方法】

主観的な疲労度：VAS (Visual Analogue Scale) を用いた。抱っこ紐を装着する前、赤ちゃんと抱っこ紐を装着した後、運動①の後、運動②の後、運動③の後、抱っこ紐と赤ちゃんを脱着した後に、検査者が対象者に紙面を用いて疲労度を記載させた。

筋疲労：組織硬度計 (Myotone; バイオリサーチ社製) を用いて、腹臥位にした対象者の第4腰椎棘突起と平行位置にある左右の傍脊柱起立筋への押圧による組織硬度を測定した。5回の平均の組織硬度 (N) を求めた。

歩行と姿勢の計測：三次元動作解析装置 (Xsens; ゼロシーセブン社製) を用いて、骨盤高低差、下肢の関節角度の変化を算出した。また、同装置の IMU (Inertial

Measurement Unit) センサーを骨盤 (第2仙椎) に設置し、歩行を行って、RMS (Root mean square) を算出した。加えて、歩行動画の画像解析 (Sportip; Sportip 社製) にて自動骨格推定を行い、歩幅、歩行率、歩行速度、各身体部位の上下動、傾きを算出した。

3) 統計分析

統計分析には統計ソフト SPSS Ver.24.0 (IBM 社製) を使用し、VAS と組織硬度の比較では t 検定、歩行と姿勢の計測では一元配置分散分析を用いた。有意水準は5%とした。

3. 結果

VAS の比較を表1に示した。Koala1.0、2.5のどちらにおいても、装着する前と比較して、装着後、運動後、脱着後とも腰部に有意な疲労感を訴えていた。Koala1.0と2.5の運動後の疲労度を比較した結果、運動③後のみ有意差があった。Koala2.5においてVASの数値が低い傾向にあった。

抱っこ紐を装着して運動した前後での脊柱起立筋の組織硬度を比較した結果を表2に示した。Koala1.0の組織硬度が高くなる傾向があったが、Koala2.5の組織

表1 Koala1.0、Koala2.5の装着前後のVAS

	装着前 (mm)	装着後 (mm)	運動①後 (mm)	運動②後 (mm)	運動③後 (mm)	脱着後 (mm)
koala1.0	1.4 ± 0.8	2.3 ± 0.8*	4.8 ± 2.2*	3.8 ± 0.8*	4.9 ± 1.0*†	3.0 ± 1.9*
koala2.5	1.3 ± 1.2	1.9 ± 1.5*	3.9 ± 2.3*	3.3 ± 1.3*	3.6 ± 1.2*	2.4 ± 1.4*

平均値±標準偏差

装着前：抱っこ紐と赤ちゃんを抱っこする前、装着後：抱っこ紐と赤ちゃんを抱っこした直後、運動①：モップを使用した床清掃 (5分)、運動②：トレッドミル上で快適歩行速度の歩行 (10分)、運動③：体重の1/10の重錘の平行移動 (3分)、脱着後：抱っこ紐と赤ちゃんを外した後

* 有意差あり (p < 0.05) 装着前との比較

† 有意差あり (p < 0.05) Koala2.5との比較

表2 Koala1.0、Koala2.5の装着前後の組織硬度の比較

	右側		左側	
	装着前 (N)	脱着後 (N)	装着前 (N)	脱着後 (N)
koala1.0	233.9 ± 71.8	245.6 ± 112.4	236.9 ± 68.1	256.6 ± 113.8
koala2.5	233.9 ± 71.8	190.3 ± 46.4*	236.9 ± 68.1	213.5 ± 80.6*

平均値±標準偏差

装着前：抱っこ紐と赤ちゃんを抱っこする前に腹臥位で測定、脱着後：抱っこ紐と赤ちゃんを外した後に腹臥位で測定

* 有意差あり (p < 0.05) 装着前との比較

硬度は有意に低くなった。運動後を Koala1.0と2.5で比較した結果、有意差はなかった。

抱っこ紐装着前後の歩行時の股関節の屈曲伸展の可動域の最大値、股関節の角度の最大幅を可動性、骨盤位置の高低、重心の揺れの程度をRMSとして、x軸：前後成分、y軸：左右成分、z軸：鉛直成分として表3に示した。Koala1.0で左右の股関節の可動性は、赤ちゃんを抱っこしてのトレッドミル上の歩行時に小さく、抱っこ紐の脱着後に大きくなった。また、Koala1.0を装着しているときは股関節の屈曲で歩幅を確保する

傾向にあった。Koala2.5では右の股関節の可動性、また骨盤の左右方向(x軸)へのRMSに有意差があった。

Sportipによる歩行の画像分析の結果を表4に示した。装着前、Koala1.0または2.5を装着した歩行を比較した結果、有意差はなかった。Koala2.5で頭や体幹の上下動が少なく、骨盤の傾斜が抱っこ紐を装着していない状態に近かった。

4. 考察

子どもの運搬方法によって疲れを感じる身体部位が

表3 Koala1.0、Koala2.5の装着前後、運動後の比較

	項目	装着前	装着後	トレッドミル歩行	運動後	脱着後
koala1.0	骨盤高低差 (m)	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.04 ± 0.02
	左股関節屈曲 (°)	37.7 ± 5.3	42.9 ± 6.1	36.8 ± 10.3	46.8 ± 9.4*	41.0 ± 5.8
	右股関節屈曲 (°)	40.0 ± 3.7	44.0 ± 4.2	37.9 ± 11.1	46.2 ± 10.7**	41.6 ± 8.4
	左股関節伸展 (°)	-6.6 ± 4.9	-2.0 ± 7.9	1.6 ± 9.1 [#]	1.4 ± 8.1 [#]	-4.4 ± 7.6
	右股関節伸展 (°)	-4.7 ± 4.8	-0.2 ± 6.2	2.5 ± 9.1	1.3 ± 7.7	-5.1 ± 7.4 ^a
	左股関節伸展可動性 (°)	44.3 ± 4.8	44.8 ± 3.5	35.2 ± 9.8 ^b	45.4 ± 6.3 ^c	45.4 ± 3.7 ^c
	右股関節伸展可動性 (°)	44.7 ± 6.2	44.1 ± 4.1	35.4 ± 11.3 ^b	44.9 ± 6.8 ^c	42.9 ± 7.8 ^c
	RMS_X	0.67 ± 0.16	0.07 ± 0.11	0.56 ± 0.85	0.63 ± 0.17	0.72 ± 0.10
	RMS_Y	0.11 ± 0.06	0.11 ± 0.07	0.14 ± 0.07	0.15 ± 0.14	0.08 ± 0.05
	RMS_Z	0.07 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.27 ± 0.85	0.09 ± 0.02	0.12 ± 0.38
koala2.5	骨盤高低差 (m)	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01
	左股関節屈曲 (°)	37.4 ± 4.3	39.1 ± 5.8	36.0 ± 7.7	39.9 ± 6.2	38.3 ± 5.9
	右股関節屈曲 (°)	36.7 ± 4.8	37.5 ± 6.4	36.0 ± 7.7	37.2 ± 6.9	37.3 ± 6.6
	左股関節伸展 (°)	-7.0 ± 6.3	-5.7 ± 7.0	-5.1 ± 8.4	-5.6 ± 8.0	-7.4 ± 7.0
	右股関節伸展 (°)	-6.4 ± 7.1	-4.7 ± 7.8	-3.1 ± 6.9	-4.6 ± 7.9	-5.1 ± 7.3
	左股関節伸展可動性 (°)	44.4 ± 3.9	44.8 ± 4.0	41.0 ± 4.5	45.5 ± 5.9	44.5 ± 4.7*
	右股関節伸展可動性 (°)	43.0 ± 4.4	42.2 ± 4.1	39.7 ± 6.8	44.6 ± 4.3	42.3 ± 5.0
	RMS_X	0.67 ± 0.12	0.70 ± 0.09	0.39 ± 0.24**	0.65 ± 0.10 [#]	0.72 ± 0.08 [#]
	RMS_Y	0.11 ± 0.08	0.13 ± 0.11	0.11 ± 0.05	0.10 ± 0.05	0.08 ± 0.02
	RMS_Z	0.08 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.08 ± 0.02	0.08 ± 0.02

平均値±標準偏差

装着前：抱っこ紐と赤ちゃんを抱っこする前の平地歩行、装着後：抱っこ紐と赤ちゃんを抱っこした直後の平地歩行、運動実施後：運動①～③を実施後に赤ちゃんを抱っこ紐を装着した状態での平地歩行、脱着後：抱っこ紐と赤ちゃんを脱着した後の平地歩行

RMS (Root Mean square)：腰部の加速度からx(左右方向)、y(前後方向)、z(鉛直方向)の加速度の成分の二乗平均平方根の数値

* 装着前・トレッドミル歩行と運動実施後に有意差あり (p < 0.05)

** 装着前と運動実施後に有意差あり (p < 0.05)

装着前とトレッドミル歩行・運動実施後に有意差あり (p < 0.05)

a トレッドミル歩行と脱着後に有意差あり (p < 0.05)

b 装着前・装着後とトレッドミル歩行に有意差あり (p < 0.05)

c トレッドミル歩行と運動実施後・脱着後に有意差あり (p < 0.05)

表 4 安静、Koala1.0、Koala2.5 での歩行動作の解析結果

	安静	Koala1.0	Koala2.0
歩幅 (cm)	116.1 ± 18.6	109.7 ± 14.4	109.7 ± 11.1
歩行速度 (m/sec)	1.25 ± 0.17	1.19 ± 0.17	1.18 ± 0.12
歩行率 (steps/sec)	2.15 ± 0.12	2.14 ± 0.19	2.15 ± 0.18
頭の上下動 (cm)	2.35 ± 0.81	2.22 ± 0.44	1.95 ± 0.44
体幹の上下動 (cm)	0.98 ± 0.28	0.95 ± 0.31	0.84 ± 0.27
右足の上下動 (cm)	3.43 ± 1.40	3.90 ± 1.87	4.36 ± 1.17
左足の上下動 (cm)	3.95 ± 0.77	3.98 ± 1.75	3.56 ± 0.96
頭の傾き (°)	-0.41 ± 2.19	-0.36 ± 2.49	0.49 ± 1.82
体幹の傾き (°)	0.68 ± 1.10	1.16 ± 1.09	1.08 ± 1.08
骨盤の傾き (°)	-0.11 ± 2.13	0.41 ± 1.43	0.29 ± 0.91

安静：抱っこ紐未装着

Sportip で測定した骨格推定をもとに頭・体幹・右足・左足の上下動、頭・体幹・骨盤の傾きを算出した。

異なることが報告¹⁾されており、抱っこ（腕）では腕（90.4%）、抱っこ（子守帯）・おんぶ（子守帯）では肩（80%以上）、腰（50%以上）が疲れるという結果であった。日本では過去におんぶの方法が多く用いられてきたが³⁾、現在、最も頻度の高い子どもの人力運搬方法は、抱っこ（腕・子守帯）が78.1%を占めている¹⁾。そこで、今回、身体的な負担の少ない抱っこ紐を考案して、その工夫をしていない抱っこ紐と比較し、疲労度に差が生じるか検討した。

Koala1.0と2.5の使用前後、使用中の主観的な疲労度を比較した結果、どちらの抱っこ紐も装着前よりVASの値が有意に高くなっているが、3つの運動課題後と比較すると、Koala2.5で有意に低かった。さらに、組織硬度はKoala1.0で運動後に高くなる傾向があり、反対にKoala2.5で有意に低くなった。子どもを抱っこしている直立姿勢は抱っこしていない直立姿勢よりも全身が後方へ傾く²⁾。この報告から、子どもを抱っこすることで、姿勢の変化を引き起こし、後方へ傾く姿勢を立て直すために、腰部への負担が増すことが考えられる。また、組織硬度の結果からKoala2.5で硬度の低下がみられた。これらのことから、Koala2.5は1.0と比較して、組織の硬度を増加させずに、一定時間の運動前後での疲労感を減らす傾向があると考えられる。

Koala1.0では左右の股関節の可動性が赤ちゃんを抱っこしたトレッドミル歩行中に低く、抱っこ紐を脱いだ後に大きくなった。Koala2.5では右の股関節の可動性、また骨盤の左右方向へのRMSに有意差があった。これは、Koala1.0を装着した状態の歩行では股関節の可動性が低くなる傾向があり、歩きにくさが増大することが考えられる。同様に、Koala2.5では右股関節のみ可動性が低下したが、左側で低下しなかったことから、赤ちゃん抱っこ時の歩行動作が阻害されてい

なかったことが考えられる。腕および抱っこ紐で子どもを抱っこした状態では、垂直方向の床反力、衝動および制動力が大きくなることが確認され、背部の伸展の増大、歩幅の低下が認められた⁴⁾。また、抱っこ紐を使用した状態と腕で抱っこした状態を比較した結果、荷重膝外転モーメントが8.7%、荷重膝伸展モーメントが16.7%増加する⁵⁾。一般的に子どもを抱っこすることで、通常の歩行よりも負担は大きくなる。今回の歩行時の結果からも、Koala1.0、2.5ともに歩行時の股関節の可動性が低下するが、その影響は2.5で少なく、骨盤の左右への動きが減少し、前方への推進力に変化したことが考えられる。ただし、各関節モーメントの算出まではできていないため、どの程度腰部や下肢に負担が増加したかまでは明らかにできていない。

Sportipで歩行動画の画像解析を行った結果、Koala2.5で頭や体幹の上下動が少なく、骨盤の傾斜が抱っこ紐を装着していない状態に近い傾向にあった。これは、体を安定させて歩行可能になったことで体の上下動がKoala1.0より少なく運動効率がよくなったこと、赤ちゃんの抱っこによる骨盤の過剰な傾斜が生じずに歩くことができたことが考えられる。しかし、有意差はなく、今後さらなる検討が必要である。

本研究では、抱っこ紐使用時の腰部負担感について2種類の抱っこ紐で検討した。どちらの抱っこ紐も装着前より装着後で身体的負担感の増大がみられた。運動時の動作のしやすさ、組織硬度、主観的な疲労度の違いから、新規開発した抱っこ紐（Koala2.5）で、腰部を安定させて動きやすさを保持することで、腰部への負担感が減少する傾向があった。これは、腰部への負担を軽減する構造に効果があった可能性が考えられる。

本研究の限界として、赤ちゃんを抱っこした状態での動作解析は難しく、IMUセンサーを用いたものの、

赤ちゃんを抱っこした人間のモデルではないため、新しくセグメントを設定する必要があったことが挙げられる。また、腰部の負担感について標準的な評価スケールがなく、動作の変化、組織硬度の変化、主観的な感じ方の変化をもとに検討したが、他に妥当な評価方法があるかについて検討する必要がある。

謝 辞

本研究に参加された被験者の皆様に深謝します。

利益相反

本研究はニューウェルブランズ・ジャパン合同会社と松田雅弘が同社より研究資金を受けて実施した。

引用文献

- 1) 犬飼博子:子どもの「運搬」における身体的負担. 日本家政学会誌. 1998; 49: 1233~1239.
- 2) 岩田浩子:乳児運搬具を用いた抱っこの姿勢について. 名古屋女子大学紀要. 1997; 44: 1~12.
- 3) 吉田麻未, 森田道子, 平むつ子:子守帯の使用状況における母親世代と祖母世代との比較 子守帯の所有と使用場面・使用時の危険について. 秋田県母性衛生学会雑誌. 2010; 24: 34~39.
- 4) Havens KL, Severin AC, Bumpass DB, Mannen EM: Infant carrying method impacts caregiver posture and loading during gait and item retrieval. Gait posture. 2020; 80: 117-123.
- 5) Williams L, Standifird T, Madsen M: Effects of infant transportation on lower extremity joint moments: Baby carrier versus carrying in-arms. Gait Posture. 2019; 70: 168-174.

Abstract

Development of an infant baby carrier for reduced stress on the lower back

Tadamitsu Matsuda¹⁾, Yuji Fujino¹⁾, Youko Takahashi¹⁾, Yasuaki Kusumoto²⁾,
Eriko Kitahara³⁾, Kei Kakegawa¹⁾, Toshiyuki Fujiwara^{1,3,4)}

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

²⁾ Department of Physical Therapy, School of Health Science, Fukushima Medical University

³⁾ Department of Rehabilitation, Juntendo University Hospital

⁴⁾ Graduate School of Medicine, Juntendo University

Wearing a traditional baby carrier while doing chores or traveling is a physical burden on mothers that may cause stiff shoulders and back pain adding to the emotional stress of childcare. A less burdensome baby carrier allowing a mother to carry a baby for longer periods of time is proposed. We investigated physical gait and subjective fatigue in 8 non-pregnant mothers (mean [SD] age, 34.8 [2.7] yrs; mean [SD] height, 159.6 [3.5] cm; mean [SD] weight, 51.9 [4.5] kg) before and after 30 min of exercise while wearing two novel baby carriers Koala 1.0 and 2.5 with support straps affixed above the left and right lumbar vertebrae, a tightened lumbar belt, and shoulder straps. In Koala 2.5, we found significantly lower VAS scores for subjective fatigue after exercise, less vertical movement of the head and trunk during walking, and improved pelvic tilt. Likewise, post-exercise erector spine muscle hardness was significantly lower with Koala 2.5 whereas Koala 1.0 showed a trend to increase.

Key Words: baby carriers, physical load, ergonomics

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 35-39, 2023]

シミュレーションデータを用いた条件付き敵対生成ネットワークによる スパース投影 CT の画質改善

神山彩絵、臼井桂介、有田晃大、後藤政実、坂野康昌、京極伸介、代田浩之

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要 旨

CT検査の被ばく線量低減の方法として逐次近似画像再構成法があるが、計算時間が長いという問題がある。その解決策として、CTの投影データ数を削減するという方法がある。しかし、投影方向の欠損に伴い、スパース状のアーチファクトが発生する。近年、生成器と識別器の深層学習に制約を加えた条件付き敵対生成ネットワーク (CGAN) によって高度な合成画像を構築できることが証明されてきた。そこで本研究では、シミュレーションで作成したスパース再構成画像を教師画像として、CTのスパースアーチファクトに対するCGANによる画質改善効果を定量的に評価した。

20例の胸部CT画像に対して、ファンビーム状の投影データを1、2、5、10°毎の回転角で疎性の異なるサイノグラムを取得した。これらをフィルタ逆投影法により逆投影し、再構成画像を2020枚作成した。この仮想アーチファクト画像と原画像を制約条件としてCGANの学習を行った。次に、仮想スパースアーチファクト画像を学習データとは異なる胸部CT画像で100枚作成し、学習済モデルによる補正画像を合成した。画質評価には、原画像との構造的類似度 (SSIM) とピーク信号雑音比 (PSNR) を用いた。

CGANによる補正画像からは、スパースアーチファクトが抑制され、肺野内の視認性が大幅に向上した。その結果、SSIMの平均値が0.61から0.92、PSNRの平均値が27.2 dBから32.5 dBとなり、CGANによる画質改善効果が実証された。

キーワード：CT、深層学習、スパースアーチファクト

順天堂保健医療学雑誌, 第4巻, 第1号, 40-44頁, 2023年

緒言 (背景と目的)

近年の日本における医療被ばくの大部分はCT検査によるものである。世界での医療被ばくの平均が年間0.6 mSvであるのに対して、日本での医療被ばくは年間3.87 mSvであり、そのうちの2.3 mSvがCT検査による被ばくである¹⁾。また、近年の研究では、小児の頭部CT検査による脳腫瘍のリスク²⁾について報告されている。そのため、CT検査時の被ばく線量の低減は重要な課題であるといえる。

CTの被ばく線量低減の手法の一つとして、逐次近似画像再構成法がある。先行研究では、iDoseを用いた手法について報告されている³⁾。iDoseとは逐次近似法を応用したフィリップス社独自の画像再構成法であり、最大80%の被ばく低減を行っても被ばく低減前と同等の画質を得ることができる手法である⁴⁾。iDoseを用いることで、ノイズ成分の大幅な除去が実現されているが、計算時間が長いという問題がある。一方で、CT検査の被ばく低減の方法としてスパース投影CT

が注目されている。スパース投影CTは、投影角度データを間引いて取得する方法であり、被ばく線量の大幅な低減が可能である。しかし、スパース投影CTではスパース状のアーチファクトが発生するという課題がある⁵⁾。

深層学習を用いることで画質向上が可能であるため、低線量CTでの利用が注目されている⁶⁾。深層学習には、教師あり学習と教師なし学習がある。教師あり学習とは、正しい入出力の組合せを与えて学習することで、適切な出力を行う方法である⁷⁾。教師あり学習を医療現場で実現するには、膨大な数のデータを収集する困難さや個人情報の取り扱いに関する問題がある⁸⁾。そのため、教師あり学習で高い精度のモデルを構築するだけの学習データを確保することは極めて難しいといえる。

そこで本研究では、シミュレーションで作成したスパース再構成画像と原画像を教師に用いて、CT画像のスパースアーチファクトに対して条件付き敵対生成ネットワーク (Conditional Generative Adversarial

責任著者：臼井桂介

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

〒113-8421 東京都文京区本郷2-1-1

E-mail: k-usui@juntendo.ac.jp

Networks: CGAN) による画質改善を行い、その効果を定量的に評価した。

方法

1. 使用画像

16列のヘリカル CT (Brilliance Big Bore, Philips Medical Systems, Andover, MA, USA) を用いて取得された20例の4次元 CT 画像であり、それぞれ10位相分割された画像の初期位相画像のみを研究に使用した。スライス厚は3 mm である。

2. スパースアーチファクト画像の作成

図1にシミュレーション計算によるスパースアーチファクト画像の作成工程を示す。ここでは、画像再構成後の原画像から1、2、5、10° 毎に間引いて CT 値の積分値を順投影することで、仮想的にスパース状の擬似サイノグラムを取得した。このサイノグラムをフィルタ逆投影法により画像再構成することで、スパースアーチファクトが発生した画像を仮想的に作成した。画像再構成法はフィルタ逆投影法を使用し、再構成フィルタは Shepp & Logan フィルタを用いた。画像サイズ512 × 512 pixels (50 cm × 50 cm)、スライス厚が3 mm の原画像を256 × 256 (50 cm × 50 cm) に圧縮して学習を行った。

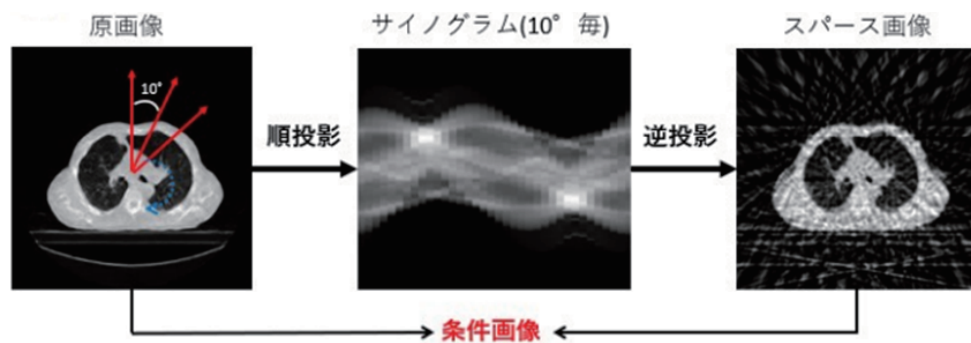


図1 スパースアーチファクト画像の作成工程

3. CGAN によるスパースアーチファクト補正

図2に CGAN のフレームワークを示す。CGAN は、ジェネレータにより合成画像を生成し、ディスクリミネータでその判定を行う構造に対してラベル付きの条件画像を与えることで、生成画像の復元精度を高めていく手法である。本研究ではシミュレーションで作成したスパースアーチファクト画像とその原画像を条件画像に加えた。また、ジェネレータは U-net 構造であり、ディスクリミネータは4層の CNN 構造をしている。本研究では、胸部 CT 画像2120枚に対して方法2によりスパースアーチファクト画像を作成し、深層学習と性能評価に使用した。各投影角において、20例中19例の画像2020枚を学習データ、残り1例の画像100枚を検証データとし、学習のエポック数は200とした。画像サイズは256 × 256 (50 cm × 50 cm) とした。

4. 画質評価方法

画質の評価には画像全体の構造的類似度 (Structural similarity index: SSIM) とピーク信号対雑音比 (Peak signal to noise ratio: PSNR) を、原画像を基準として計算した。SSIM では、原画像と補正後画像の画素値、コントラスト、構造の類似性を総合的に評価し、PSNR では、原画像と補正後画像間での同一位置の画素値の差を計算し、2画像間の類似性を総合的に評価

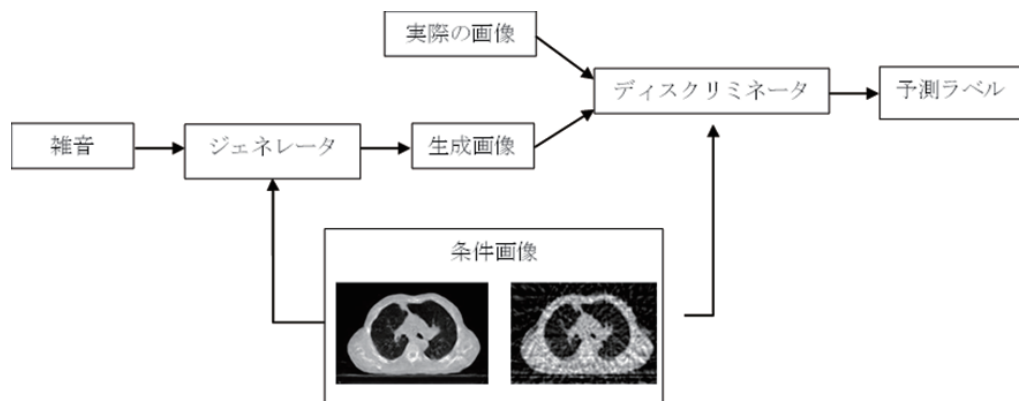


図2 CGAN のフレームワーク

した。SSIM と PSNR は式 (1) および (2) より計算した。

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (1)$$

μ : 平均画素値 σ : 標準偏差 C : 正則化係数

$$PSNR = 10\log_{10} \frac{MAX^2}{MSE} \quad (2)$$

MSE (Mean Square Error) : 平均二乗誤差 MAX : 最大画素値

また、各スパースアーチファクトの補正画像に対する SSIM の改善率、PSNR の改善率によりアーチファクト画像の復元について評価した。SSIM、PSNR の改善率は検証データ群に対して式 (3)、(4) より計算した。

$$SSIM \text{ の改善率} = \frac{(\text{補正後の SSIM の平均値}) - (\text{アーチファクト画像の SSIM の平均値})}{(\text{アーチファクト画像の SSIM の平均値})} \quad (3)$$

$$PSNR \text{ の改善率} = \frac{(\text{補正後の PSNR の平均値}) - (\text{アーチファクト画像の PSNR の平均値})}{(\text{アーチファクト画像の PSNR の平均値})} \quad (4)$$

結果

1. スパースアーチファクト画像の補正

図3に各スパース投影角度におけるスパースアーチファクト画像の補正結果を示す。CGAN による合成画像において、投影角度2°までは骨や肺野内の血管の構造物を復元することができた。一方で、投影角度5°以上では、スパースアーチファクトは低減されているものの、骨や肺野内の血管の構造物を正確に復元することは困難であった。

2. 補正後画像の SSIM

各スパースアーチファクトの補正画像に対する SSIM の結果を図4に示し、各投影角における改善率を表1に示す。SSIM は補正前のスパースアーチファクト画像の結果との有意差を両側 t 検定を用いて比較した。いずれのスパース投影角においても CGAN に

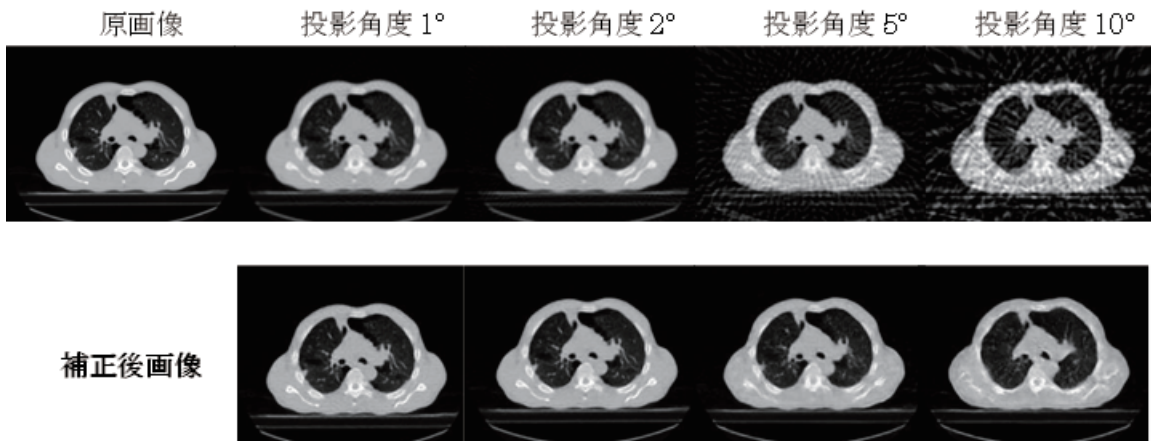


図3 スパースアーチファクト画像の補正結果

上段は原画像と投影角度を間引いた各スパースアーチファクト画像を示し、下段はそれぞれの補正画像の結果を示している。

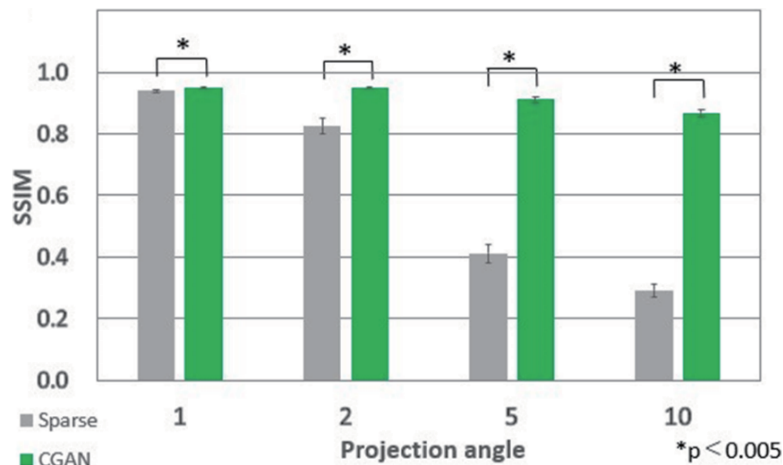


図4 各スパースアーチファクトの補正画像に対する SSIM の結果

*はスパースアーチファクト画像の結果に対して有意差があることを示している。

より SSIM が有意に向上した。

3. 補正後画像の PSNR

各スパースアーチファクトの補正画像に対する PSNR の結果を図5に示し、各投影角における改善率を表2に示す。PSNR は補正前のスパースアーチファクト画像の結果との有意差を両側 t 検定を用いて比較した。いずれのスパース投影角においても CGAN により PSNR が有意に向上した。

考 察

本研究の結果から、投影角度10°までは CGAN を使用することで、スパースアーチファクトの低減が可能であることが示された。また、投影角度5°までは SSIM は0.90以上、PSNR は30 dB 以上と復元精度が高い結果となった。一方で、投影角度が10°のときの SSIM は0.90を下回り、PSNR は30 dB を下回る結果となり、補正後の画像に明らかに劣化が見られた。Lee ら⁹⁾の研究では、投影角度方向に線形補間されたサイノグラムに対して、残余学習スキームを追加した U-Net を用いて補正する方法が行われており、投影数90から補間されたサイノグラムの再構成画像の SSIM は0.90以上、PSNR は36 dB 以上という結果が得られている。本研究では、補正された後の画像から、投影角度5°以上での体内構造物の正確な復元は困難であることが分かった。これはシミュレーションによりスパースアーチファクト画像を作成した時に、肺野内の

表1 各スパースアーチファクトの補正画像に対する SSIM の改善率

	1°	2°	5°	10°
改善率 [%]	1.31	15.2	121	198

血管や骨といった構造物とスパースアーチファクトとを区別することが極めて困難な画像であったためと考えられる。また、本研究は画像サイズを圧縮させた学習データへの検証であるため、圧縮による臨床的情報の削減は否定できない。一方で、画質改善の指標として用いた SSIM と PSNR は、圧縮後の原画像への復元精度を評価しているため、本研究結果に対する画像圧縮の影響は無いものと考えられる。今後の研究として、CGAN と他の深層学習を組み合わせることで、さらに復元精度を高めることのできる解決策が考えられる。また、逐次近似再構成法と併用することで、さらなる被ばく総線量の低減が期待される。

結 論

投影角度を1～10°まで間引いたスパースアーチファクト画像に対して、CGAN により SSIM は平均83.8%、PSNR は平均21.8%改善した。CGAN によって胸部 CT 画像のスパースアーチファクトを補正できる可能性が示された。

謝 辞

本論文を執筆するにあたり協力してくださったすべての皆様に感謝いたします。

倫理的配慮

本研究は、公開データベースの画像データのみを使用しており、倫理審査およびインフォームドコンセン

表2 各スパースアーチファクトの補正画像に対する PSNR の改善率

	1°	2°	5°	10°
改善率 [%]	10.3	12.6	25.6	38.7

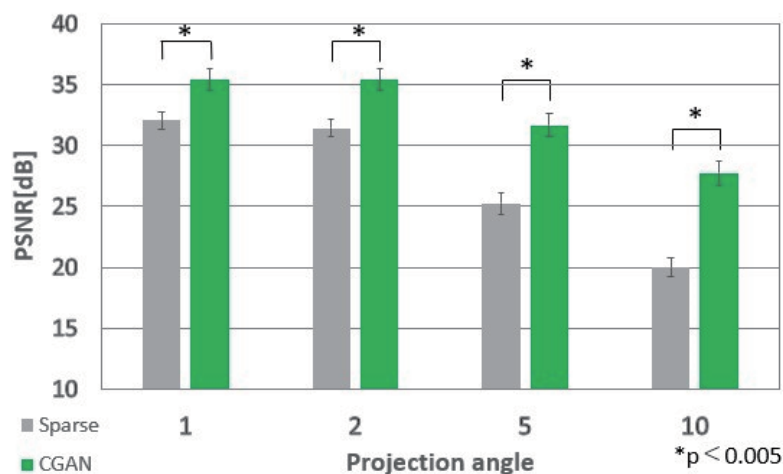


図5 各スパースアーチファクトの補正画像に対する PSNR の結果
*はスパースアーチファクト画像の結果に対して有意差があることを示している。

トを必要とするものではない。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION. United Nations Scientific Committee of the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2008 Report. 2010: 1: 87-88.
- 2) Meulepas JM, Ronckers CM, Smets AMJB, Nivelstein RAJ, Gradowska P, Lee C, et al: Radiation Exposure From Pediatric CT Scans and Subsequent Cancer Risk in the Netherlands. J Natl Cancer Inst. 2019: 111: 256-263.
- 3) Tozakidou M, Apine I, Petersen KU, Weinrich JM, Schindera S, Jopp-van, et al: Comparison of different iterative CT reconstruction techniques and filtered back projection for assessment of the medial clavicular epiphysis in forensic age estimation. Int J Legal Med. 2020: 134: 356-357.
- 4) 菅原崇 : CT-iDose-最大80%の被ばく低減を実現する画像再構成法. inNavi Suite. <https://www.innervision.co.jp/suite/philips/technote/101068/index.html>, 2022年9月14日.
- 5) Chung KJ, Khaw AV, Lee DH, Pandey S, Mandzia J, Lee TY. Low-dose CT Perfusion with Sparse-view Filtered Back Projection in Acute Ischemic Stroke. Acad Radiol. 2022: 29: 1502-1511.
- 6) Park SB. Advances in deep learning for computed tomography denoising. World J Clin Cases. 2021: 9: 7614-7619.
- 7) 澤井進 : 「教師あり学習」を使う AI 倫理:IoE 提案. AI時代の教育論文誌. 2021: 3: 55-58.
- 8) Lee H, Lee J, Kim H, Cho B, Cho S: Deep-Neural-Network-Based Sinogram Synthesis for Sparse-View CT Image Reconstruction. IEEE Trans Radiat Plasma Med Sci. 2019: 3: 109-119.
- 9) 小箱雅彦 : 電子化文書の画像圧縮ガイドライン. 月刊IM. 2011: 50: 21-24.

Abstract

Improvement of image quality in sparse view CT by conditional generative adversarial networks using simulation data

Sae Kamiyama, Keisuke Usui, Akihiro Arita, Masami Goto,
Yasuaki, Sakano, Shinsuke Kyogoku, Hiroyuki Daida

Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University

Iterative reconstruction is a method for reducing exposure dose, but it has a problem taking a long time to calculation. One solution is to reducing the number of the projection data. However, loss of projection data occurs sparse artifact. In recent years, it has proven CGAN with conditions on deep learning of generator and discriminator can construct advanced synthetic image. Therefore, we quantitatively evaluated effects of CGAN on image quality improvement for CT sparse artifacts using simulation generated sparse reconstruction images as teacher images.

We acquired sparse sinograms with different sparsity for 20 chest CT images at rotation angles at 1, 2, 5, 10° for fan-beam projection data. We used filter back projection to generated reconstruction images. This virtual artifact images and the original images were used as constraints to train the CGAN. Then, we generated simulated sparse artifact images using chest CT images different from training data, and composited correction images by trained models. SSIM and PSNR with the original images were used to evaluate the image quality improvement effect of CGAN.

Corrected images by CGAN showed significantly improved visibility within the lung field due to suppression of sparse artifacts. As a result, the average value of SSIM went from 0.61 to 0.92 and the average value of PSNR went from 27.2 dB to 32.5 dB, demonstrating the image quality improvement effect of CGAN.

Key Words: CT, deep learning, sparse artifact

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 40-44, 2023]

臨床実習型短期留学

清水廉斗、小出菜摘、小島千幸、芹澤圭哉、千葉うらら、高橋哲也

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

保健医療学部初の実習型海外研修がシンガポールにて実施された。今回は保健医療学部から我々5名の学生が参加し、シンガポール工科大学の学生との交流や、シンガポール総合病院での臨床場面の見学などを行った。海外研修参加前には、英語能力向上を目指し、学生間で日々オンライン英会話などを行った。現地では、シンガポール工科大学の学生に向けた順天堂大学についてのプレゼンテーションや、地域在住高齢者との交流を通じたフレイル予防プログラムなどに参加した。今回の実習型研修プログラムを通じて、今後の順天堂大学と海外大学の交流や、学生のキャリアアップに向けた有意義な海外研修となった。

キーワード：実習型海外研修、シンガポール

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，45-48頁，2023年

2022年8月12～22日の10日間、実習型海外研修に参加する機会を得た。病院・施設見学、現地学生との交流を行った。今回の研修では、Singapore General Hospital, KK Women's and Children's Hospital, Muscular Dystrophy Association, Singapore Institute of Technology, BMEC, Methodist Welfare Service の各施設・病院、大学に伺った。各施設・病院、大学で学ぶことは多く、非常に有意義なものとなった。以下に各施設・病院の概要、印象に残った点、日本との相違点について報告する。

○8/15 (月) Singapore General Hospital (SGH) での理学療法士 (PT) の臨床見学

SGH はシンガポール最大の総合病院であり、施設内には他病院や大学院、研究施設や国立がん・心臓・眼科・歯科・神経センターなどが並立する。1821年に設立され、1947年に理学療法部門が開始され、1992年に理学療法士 (Physical Therapist: PT) 養成校が設立された。現在150人の PT が在籍しており、入院患者では1日10人、外来患者では1日11人診ることが多い。また、PT は主に、「筋骨格系 (Musculoskeletal)」「神経系 (Neuro)」「心臓呼吸器系 (Cardiopulmonary)」の3つに担当専攻が分かれている。

PT の臨床場面を見学させていただいた際に気づいた点と学んだことについて2点挙げる。

1点目は、各 PT に対して1人1つの個室が割り当てられていることである。日本では PT の治療はリハビリ室やベッドサイドで行うことが一般的である。しかしながら、SGH では1人の PT に対して1つの個室が割り当てられており、そこで治療を行うことが可能であった。さらに、リハビリ室内 (図1) は治療ベッドの数が極めて少なく、代わりにトレーニングマシンが多く存在した。そのため、エビデンスに基づいた負荷量設定や客観的数値による治療効果判定が容易に行える環境であると感じた。ここが日本と大きく異なる点の1つであると考えた。

2点目は、PT の患者に対する関わり方の違いである。前述したように、治療ベッドの数が少ないため、患者を寝かせて全身をくまなく触診するという場面はほとんど見られなかった。初めに簡単な問診と触診を行うと、すぐにトレーニングマシン (図2) による運動療法を開始する場面が多く見られた。日本では、触診を丁寧に行いストレッチや手技を行った後に運動療法を開始することが多いように感じるが、SGH ではそのような場面はほとんど見られなかった。どちらも一長一短あるが、ここも日本と大きく異なる点の1つであると感じた。

責任著者：清水廉斗

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

113-8421 東京都文京区本郷2-1-1

E-mail: r.shimizu.bm@juntendo.ac.jp

責任著者：高橋哲也

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

113-8421 東京都文京区本郷2-1-1

E-mail: te-takahashi@juntendo.ac.jp



図1 SGHのリハビリ室の様子



図2 トレーニングマシンのひとつの Lokomat

○8/16 (火) KK Women's and Children's Hospital (KKH)の施設見学と Muscular Dystrophy Association Singapore (MDAS)での交流

KKH (図3) は女性と子供のための病院であり、リハビリ部門には42人のPTが在籍している。主に女性の術前術後・産前産後ケアや、それに伴う子供のケアを行っている。女性においては、産前産後ケアから、高齢者の骨粗鬆症予防・治療などを行っている。小児においては、未熟児からケアを行い、地域最大のNICUを有している。近年、コロナウイルス感染症による通院困難な事例もあったため、Telehealth Serviceも行っている。このTelehealth Serviceでは、医師や理学療法士、心理士などと連携し、Zoomなどのオンライン通信サイトなどを用いて、妊婦や出産後の方、免疫疾患のある対象者などのカウンセリングや運動指導を行っている。疾患問わず、歩行検査は3次元動作解析装置を用いて行い、データは研究にも同時に使用されている。また、院内には大きな室内温水プールも備えており、女性の集団療法や小児の治療に用いられて

いる。小児疾患においては、実際に学校に出向いて、活動の様子を見ることがや、食事・スポーツをPTが共に行うことで評価や治療に活用している。

女性と子供という切り離せない関係を1つの病院内にて対応可能な点は、産前産後から年齢を重ねた後の疾患予防まで包括的に行えるという利点が大きいと感じた。



図3 KKHにて概要説明

MDAS (図4) は、2000年に設立された筋ジストロフィー患者のためのNGO法人施設であり、現在550人の利用者(メンバーと呼ばれる)がいる。7~18歳のメンバーが利用し、毎週火曜日には「Bridge」と呼ばれる集まりがある。ここでは、ITデザインの学習や、ボッチャやパワーサッカーというスポーツなどを通じて、就労支援やメンバー間交流を可能としている。1年に1回、夜間睡眠を評価する機会があり、継続的に経過を追っている。このBridgeがあることで、親は介護の休みを取ることができ、それぞれの趣味や買い物などに自由に時間を使ってもらえる。また、経過に応じて自宅での活動や介護のアドバイスな



図4 MDASのメンバーとの交流

どもできる。

○8/17 (水) Singapore Institute of Technology (SIT)
の学生との交流と BMEC (Boustead Company) への
訪問

SIT はシンガポール国内唯一の理学療法学科がある
大学である。キャンパス内には、実技実習のための多
くの機器が備えられており、充実した設備であった。
SIT では主に学生との交流を行い (図5)、日本とシン
ガポールの違いや臨床実習などについて多くの意見交
換を行った。また、我々から SIT 学生に対して、順天
堂大学の概要や臨床実習での経験などのプレゼンテー
ションも行った。

BMEC は教育やナーシングケア、リハビリ機器や
モバイルソフトウェアに関わっている企業である。
「BOOST」や「INTUWALK」や「WALK ON」といっ
たアプリやソフトウェアを用いて、人々の健康増進や
予防リハビリ、退院後評価などを行っている。
BOOST プログラムでは、Galileo と呼ばれる振動機器
を用いて治療を行い、後述する Methodist Welfare

Service (MWS) でも活用されている。治療効果は、
歩容・4ステップテスト・歩行速度・5回立ち座りテス
トなどで効果が見られているという。

○8/18 (木) SGH の作業療法 (Occupational Therapy:
OT), 言語聴覚療法 (Speech Therapy; ST) 部門の訪
問と Hybrid Assistive Limb (HAL) 使用場面の見学

SGH の OT・ST 部門の概要説明とリハビリ室の見
学をすることができた。OT 部門 (図6) では、実際
の家屋環境が再現されたリハビリ室があり、部分的な
評価だけでなく、在宅での ADL 動作を総合的・包括
的に評価できる環境が整っていると感じた。ST 部門
では、嚥下・発声・失語などの分野ごとに専門の言語
聴覚士 (Speech Therapist: ST) が在籍していた。

SGH 内にて、HAL を使用した歩行練習の様子 (図7)
の見学を行った。患者は脳卒中左片麻痺の男性であっ
た。HAL を装着し10～15分歩行練習を行っていた。
26の細かく分かれたセクションによって評価・治療が
行われており、客観的なデータ分析によって治療段階
を決めているとのことだった。



図5 SIT 学生との交流、プレゼンテーションの場面



図6 OT 室での見学



図7 HAL を使用したリハビリ場面の見学

○8/19（金） Methodist Welfare Service (MWS) での利用者様との交流

MWSでは、1日を通してラインダンスやアクティビティを行い、チャイルドケアのように高齢者ケアを行っている。計算問題や学生との交流、手芸などを通じて他の高齢者との交流を盛んに行っている。また、前述した BOOST プログラム（図8）によって高齢者のフレイル予防なども行っている。参加者の9割近くが女性であるが、父の日イベントやスポーツを行う日には男性も多く参加するという。スポーツ内容としては、ボッチャ、ダーツ、簡易化したアーチェリー、風船を用いたバドミントンなどが行われていた。実際に利用者とともに、風船を用いたバドミントンと、軽量で柔らかいボールを用いたバスケットボールを行う機会をいただいた。我々でも、このような簡易化したスポーツや、簡単なルールのアクティビティを考案することは可能であると感じ、今後の理学療法士としての活動に活用していきたいと感じた。

今回のシンガポール研修では、日本との理学療法における考え方や医療体制の違いについて大きく学ぶことができた。また、中国系・マレー系・インド系と、多くの国民性を持った国であるため、文化の違いや相互理解に努める重要性を再確認することができた。今までの視点から、別の視点で理学療法を考える新たな



図8 BOOSTプログラムで使用されている機器（Galileo）

きっかけとなったと同時に、今後、国際的に活躍していくために必要な語学能力と理学療法能力の不足を大いに実感した。今回の経験を無駄にせず、不断の努力と自己研鑽に励み、高いレベルで活躍できる人材となれるよう努めていきたい。

また、今回の我々の活動が、後進のために有益なものとなることを心より願う。

最後に、今回の研修において多大なるご支援をいただいたことに心より感謝申し上げます。

Abstract

Clinical practice type short-term study abroad

Rento Shimizu, Natsumi Koide, Chiyuki Kojima, Keiya Serizawa, Urara Chiba, Tetsuya Takahashi

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

The Faculty of Health Science's first practical overseas training program was held in Singapore. We participated in this program and interacted with students from Singapore Institute of Technology and observed clinical situations at the Singapore General Hospital. Before this overseas training program, we had have English conversation on the Internet everyday to improve our English skills. We also gave a presentation about Juntendo University to the students from Singapore Institute of Technology, and participated in a frailty prevention program through interaction with elderly people living in the community. Through this practical training program, this overseas training was meaningful for future exchanges between Juntendo University and overseas universities as well as for the student's career development.

Key Words: practical overseas training, Singapore

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 45-48, 2023]

カナダへの語学教育型短期留学に参加して

門田 涼花

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

今回、カナダにおける2週間の海外研修プログラム（語学教育型）に参加した。語学学校における英語教育プログラムのみならず、カナダの理学療法士の働き方や、スポーツ施設の見学など多くの体験をしたことは、自分の成長に繋がった。また、ホームステイを含め、2週間毎日英語を活用する日々を送り、言語の壁にぶつかったと同時に英語力向上に対する意欲も増し、刺激的な毎日を経ることができた。今回は、このようなカナダにおける2週間の留学体験について報告する。

キーワード：カナダ、英語教育、ホームステイ、理学療法、スポーツ施設

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，49-51頁，2023年

2022年8月14日～8月28日まで、保健医療学部理学療法学科が提供する海外研修プログラム（語学教育型・カナダ）に参加する機会を得た。

主に、午前中は語学学校で英語の学習をし（図1）、午後や休日は研修プログラムや語学学校が提供する放課後アクティビティに参加した。語学学校では、文法の授業の他にレクリエーションの授業があり、様々な国の方々と話し、母国の文化や観光地、趣味などについて英語でコミュニケーションを取った。昼休みや放課後にも、親交を深めるために一緒にカフェや観光地散策に行った。英語でずっと会話することは難しかったが、ジェスチャーや表情などを加えて伝える力を身につけることができた。積極的に話しかけ、伝えようと努力することで相手に言いたいことが伝わり、コミュニケーションを取ることができたため、自信に繋がった。しかし、話をしたい内容を詳細に伝えることや、相手の話の内容を深く聞き取ることができなかつたため、更に英語を上手く話せるようになりたいという思いが強くなった。また、海外の文化や慣習、人の思考の違いなど様々なことについて興味を抱くようになった。

語学学校の放課後アクティビティでは、希望者全員で観光名所を訪れたり、ビーチバレーボールを行ったりした。ビーチバレーボールでは様々な国の人々とスポーツを通して一体化し、盛り上がることができた。参加者は違うクラスの人もたくさんおり、スポーツを通して親睦を深めることができた。



図1 語学学校の先生より終了証を頂く

次に研修プログラムでは、Camosun College & PISE、The University of Victoria のキャンパス見学、ラグビーカナダ代表施設見学、理学療法クリニック見学（図2）、現地日本人理学療法士の講義、The University of British Columbia のキャンパス見学（図3）を行った。

Camosun College & PISE は、スポーツに興味を持つ生徒が多く集まる学校であり、キャンパス内もとても広く、スポーツを行う場が充実していた。The University of Victoria も同様にとても広いキャンパスであり、スポーツを行う場として充実していた。また、キャンパ



図2 理学療法クリニックの見学



図3 The University of British Columbia の施設内

ス内にアスレティックトレーニングルームと理学療法クリニックが併設されており、ケガをしてもすぐ診療できる環境が整っていた。また、アスレティックトレーナーを目指す学生がそこで助手として働いていた。

ラグビーカナダ代表施設では、迫力ある広いコートを見学させていただいた。また、所属するアスレティックトレーナーからは、緊急時対応計画など試合の運営方法についても話を伺う機会を得た。

理学療法のクリニックでは、医師、看護師、理学療法士、アスレティックトレーナーが協働しており、チーム医療を提供する上で医療者間の上下関係はなく、患者に対する医療連携体制が整っていた。そして、休憩

スペースにはバーベキューができる景色の良い綺麗なバルコニーがあり、日本と比べ、仕事と休憩のメリハリがあるように感じた。

さらに、現地日本人理学療法士の講義では、日本とカナダでは理学療法士の社会的認知度が異なることを伺った。カナダでは、理学療法士に開業権があり、体の痛みや不調があると、まずは理学療法士の診療クリニックを受診することを聞き、日本の医療制度との違いに驚いた。また、実力社会であり、能力が高い理学療法クリニックに患者が集まるため、給与は日本の水準より高いことを学んだ。努力した分だけ患者が集まり、給与がもらえることは、自分自身のモチベーションに繋がる良い制度だと感じた。また、カナダでは、理学療法士の養成大学が少なく、理学療法士になることはとても大変であり、その分、理学療法士の社会的認知度や提供される理学療法の質が高いことを伺った。カナダの理学療法士について知ることができ、日本の理学療法士についても考える良い機会となった。

最終日に訪れた The University of British Columbia のキャンパス見学では、まず大学が一つの街のように広く、圧倒された。学部ごとの建物がとても大きく、グラウンドや体育館、プール、ジムなどのスポーツ施設が充実していた。それ以外にも病院、図書館、コンビニやスーパー、家など全てがキャンパス内にあり、素晴らしい環境であった。

理学療法学科の建物内もとても広く、実習室や自習室などの学習スペースが充実しており、教育環境が整っていた。また、キャンパス内には大学病院も併設されており、医療系学部の学生はそこで実習を行っているとのことだった。

最終日はバンクーバーの BC プレイス・スタジアムで、カナダ対アメリカのチームのサッカー観戦をした。間近で迫力ある試合を見ることができ、スポーツに対する興味、関心を深めることができた。

スポーツに興味がある私にとって、研修プログラムを通し、理学療法士やアスレティックトレーナーのことのみならず、スポーツ競技の運営方法や、トレーニング施設の環境面など、様々な側面からスポーツを学ぶ良い機会となった。

次にビクトリアとホームステイについて報告する。ビクトリアは、生花が有名などとても綺麗な街である。ブリティッシュコロンビア州の国会議事堂は有名であり、夜に建物がライトアップされるととても綺麗なため、友人と何度も見に行った。またチョコレートや紅茶、オーガニック製品も有名のため、お土産におすすめである。

ホームステイでは、ガーデニングが趣味のご夫婦の家にお世話になった。ホストファザーの Ron は、料理が得意で毎日スパゲッティやピザ、中華料理、カレーなどを作ってくれた。ビニールハウスで育てているキュウリやトマトなどを収穫して、サラダも作ってくれた。また、日曜には一緒にクッキーを作ったり、近くの綺麗な海に行き、休日と一緒に楽しんだ (図4)。この海は心が和むとてもお気に入りの場所であった。ホームステイで、充実した日々を過ごし、英語力を少しでも上げることができたのは、とても優しいご夫婦のおかげである。

最後に、2週間の海外研修プログラムであるカナダ留学は、とても貴重な経験であった。語学学校や研修プログラムを通して多文化共生できたことは、医療人を目指す私にとって刺激的であり、今後は日本のみならず、国際社会で活躍できる理学療法士を目指したいと思う。



図4 ホストファザーと過ごした休日

Abstract

Participating in an overseas training program in Canada

Suzuka Monden

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

I recently participated in a 2-week study abroad program in Canada. The experience of not only the English education program at the language school, but also the way Canadian physiotherapists work and the visit to a sports facility led to my personal growth. I was also able to spend stimulating days, including the homestay, where I used English every day for two weeks and encountered language barriers, while at the same time increasing my motivation to improve my English skills. In this report, I would like to describe my two-week study abroad experience in Canada.

Key Words: Canada, English language education, homestay, physical therapy, sports facilities

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 49-51, 2023]

保健医療学部市民公開講座の実践

澤 龍一

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

令和4年12月3日に順天堂大学御茶の水センタービルにおいて順天堂大学保健医療学部主催の市民公開講座「STOP 認知症！正しく知って予防しよう」を開催した。参加者からのアンケート結果をふまえ、市民公開講座の実践内容を報告する。

キーワード：認知症、予防、画像検査

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，52-54頁，2023年

1. 市民公開講座の概要（図1）

認知症は超高齢社会における日本が取り組むべき社会課題である。高齢化の進展とともに認知症を有する方の増加が予測されており、認知症の予防戦略や適切な検査手法の確立など、世界中で多くの研究が実施されている。市民の方に認知症に関する正しい知識を付けてもらう目的で、今回の市民公開講座では「予防」と「検査」という切り口から認知症を扱うことに決定した。

前半は順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センターリハビリテーション科の國枝洋太主任より「予防」の切り口からの講演があった（図2）。認知症の前段階として軽度認知機能障害が説明された後に、認知機能を改善する可能性を有する介入方法の一例として、二重課題トレーニングが実践を交えながら紹介された。

後半の講演では順天堂大学保健医療学部診療放射線学科の中西淳教授より「検査」の切り口から講演があった（図3）。認知症の診断に用いられる画像検査の概要の説明がなされた後に、実際の頭部CT画像・頭部MR画像を示しながら脳に生じる変化が紹介された。

2. 開催方法と参加者

今回の市民公開講座はコロナウイルス感染対策をふまえ、対面およびオンラインのハイブリッド方式で開催した。当日の来場者は16名で、オンラインでの参加者は61名だった。来場参加者の多くは東京都内からの

参加であったが、周辺他県からの参加もあり、本テーマへの関心の高さがうかがえた（図4）。

3. 参加者のアンケート結果

市民公開講座後のアンケートの結果、多くの参加者が「理解できた・やや理解できた」という回答であっ

The poster is titled "STOP 認知症！正しく知って予防しよう" (STOP Dementia! Let's prevent it by knowing it correctly). It is organized by the Department of Physiotherapy (理学療法学科) and the Department of Diagnostic Radiology (診療放射線学科). The lecture is free of charge (入場無料). The date is December 3, 2022 (2022年12月3日(土)), from 10:00 to 11:45. The venue is the 3rd floor, 301 classroom of the Gokiso Water Center Building (御茶の水センタービル3階301教室*). Online participation is also possible (オンライン参加も可能です). The target audience is everyone (対象：どなたでも参加できます!). The host is Ryūichi Sawa (司会：澤 龍一), an assistant professor in the Department of Physiotherapy. Contact information includes an email (hokeniryu@juntendo.ac.jp) and a phone number (03-3812-1780). A QR code is provided for registration. A note at the bottom states that online participation is subject to the infection status.

図1 市民公開講座「STOP 認知症！正しく知って予防しよう」の案内

責任著者：澤 龍一

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

〒113-8421 東京都文京区本郷2-1-1

E-mail: r.sawa.ia@juntendo.ac.jp



図2 國枝洋太氏（順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センターリハビリテーション科 主任）による講演「認知症予防に向けた実践の最前線」



図3 中西淳氏（保健医療学部診療放射線学科 教授）による講演「認知症に役立つ画像検査 症状は物忘れだけではありません」

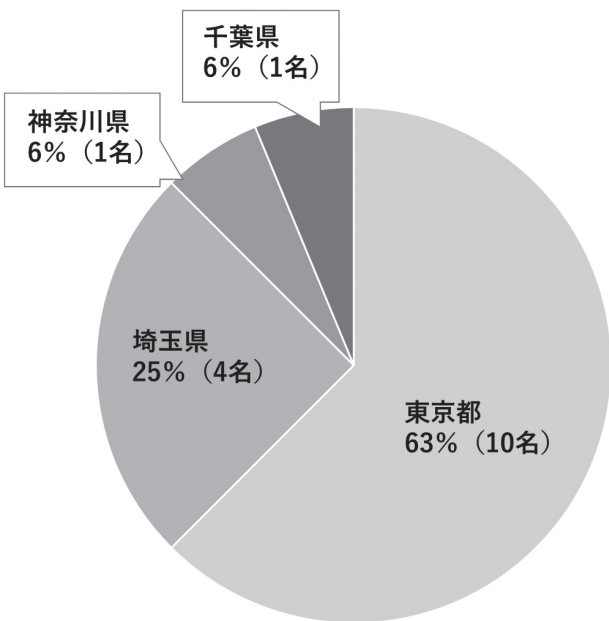


図4 来場参加者の居住地内訳

た。また全体の満足度においても全ての方が「大変満足・やや満足」と回答され、参加者にとって有意義な市民公開講座であったと思われる。

その他の自由記載欄には「講演の中で行った実技はこれからも実践していきたい」、「祖父母と一緒に、自宅でも二重課題を考えて実践したいと思う」、「検査の話は難しかったが知識を増やすことができた」、「認知症について様々なことを学ぶことができて、自分の知らない世界がたくさんあるなど感じた」などの声が寄せられた。

倫理的配慮

本研究は、人間または動物を対象として実施された研究は含まれていない。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

なし

Abstract

Practice of public lectures at the Faculty of Health Science

Ryuichi Sawa

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

On 3rd December 2022, a public lecture entitled "STOP Dementia! Let's know correctly and prevent it" was held at the Juntendo University. Based on the participants' questionnaire results, we report on the practical contents of the public lecture.

Key Words: dementia, prevention

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 52-54, 2023]

認知症予防へ向けた実践の最前線

國枝 洋太

順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センター リハビリテーション科

要 旨

令和4年12月3日(土)にハイブリッド形式で保健医療学部市民公開講座が開催された。本稿では認知機能低下予防の基礎知識や実践例、近年の最新研究等について記述する。認知機能低下予防の実践では、運動と認知課題を同時に実施する二重課題トレーニングのエビデンスが報告されている。近年では、情報通信技術を利用した遠隔リハビリテーションの研究開発も進んでいる。我々はICT技術を認知機能評価において地域在住高齢者を対象に正確な生活アドバイスを実施するための補助的ツールとして利用している。

キーワード：認知機能、軽度認知障害、二重課題トレーニング、社会参加

順天堂保健医療学雑誌, 第4巻, 第1号, 55-57頁, 2023年

1. 認知症の基礎知識

認知症が本邦における要介護認定の原因疾患第一位であることは、ここ数年変わらない事実である。認知機能低下を予防するための知識や実践は、健康長寿のために重要である。認知症予防の視点は、大きく分けて2つある。1つ目は、認知症になるのを遅延し、健康な生活を送る自分自身への視点である。これは、運動や認知トレーニング、生活習慣の改善、定期的な健康診断の実施などが挙げられる。2つ目は、認知症になっても暮らしやすい社会をつくる自分自身以外の周囲への視点である。認知症の正しい知識を得て理解を深めること、認知症の方と親しむこと、認知症に優しい街づくりへの参画などが挙げられる。正しい認知症の理解から、両方の視点を意識した認知症予防の実践が望まれる。

2. 認知症予防を目指した実践例

アルツハイマー病は、認知症の原因で最も多い疾患である。認知症の病型は、専門の医療機関を受診し、画像検査や問診、神経心理検査などを実施した上で、認知症専門医の診断によって確定される。神経心理検査による認知機能検査で有意な低下があったとしても、日常生活が自立している場合は、軽度認知障害(Mild cognitive impairment, MCI)と判断される。MCIは、1年後に約10%が認知症に移行する一方で¹⁾、14~44%が正常な認知機能へ回復することが報告されて

いる²⁾。高齢者の認知機能改善を図るための介入研究では、さまざまな生活習慣の改善³⁾、運動⁴⁾、認知的活動⁵⁾の他、近年では運動と認知課題を同時に実施する二重課題トレーニング(Dual-task training)⁶⁾の効果が報告されている。我々は、江東区や港区の高齢者福祉センターと共催し、地域在住高齢者の認知機能改善を目的とした二重課題トレーニングの短期集中講座を実施している。我々の講座では、基本の課題をしっかり理解した上で二重課題を実施し、できることを目的とせず、間違えてもよいのでチャレンジを積極的に繰り返すことを推奨している。運動負荷は、息が軽く弾む程度(Borg scale 12前後)を目標に、楽しくトレーニングが続けられるよう課題の難易度を調整し、他者とのコミュニケーションを取り入れて継続的な参加を促している(図1)。講座では、各参加者の生活がより活動的になるような情報提供を理学療法士から実施するとともに、自宅のできる二重課題トレーニングを積極的に指導している。また、参加している高齢者が講座外でも認知機能に関する相談ができるよう、普段通う高齢者福祉センターの職員には講座中の実施状況を共有している。自主トレーニング指導を含んだ二重課題トレーニングを12ヶ月間実施した結果、左中側頭回(Brodmann area(以下BA)21)や左背外側前頭前野(BA 46)などの前頭葉の広範囲で単光子放出コンピュータ断層撮影法(single photon emission computed tomography, SPECT)による脳血流量の増加を有意に示すことが報告されている⁷⁾。継続的な二重課題ト

責任著者：國枝洋太

順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センター リハビリテーション科

〒136-0075 東京都江東区新砂3-3-20

E-mail: y.kunieda.wz@juntendo.ac.jp



図1 高齢者福祉センターと共催した二重課題トレーニングの実践場面



図2 地域在住高齢者を対象とした機能測定会

トレーニングの実施により、脳血流量の維持増加という形で、高齢者の脳内加齢を予防する効果が期待される。

3. 非薬物療法の最前線

近年では情報通信技術（information and communication technology, ICT）の活用に伴い、リハビリテーション治療領域でも遠隔治療の研究開発が進んでいる。遠隔によるリハビリテーションは、蓄積型（非同期型）とリアルタイム型（同期型）に分けられ、介護予防や認知症予防の分野では「Web版集いの場」のような非同期型が応用されている⁸⁾。我々は、歩行や認知機能においてICTを利用した客観的評価を取り入れて、東京都江東区を中心として地域在住高齢者の機能測定会を定期的で開催している（図2）。特に認知機能は、記憶力や注意力、実行機能、情報処理能力などの多領域についてそれぞれ正確に測定し、大学院修学レベルのリハビリテーション専門職やフレイル対策推進マネージャーによる個別フィードバックを実施している。認知機能に関して、高齢者が普段から不安・疑問に思っていたこと、一番気になる場所を重点的に、具体的な数値を示しながら各参加者の生活に則したアドバイスを提供している。地域測定会には順天堂大学保健医療学部理学療法学科の学生もボランティアとして参加しており、地域在住高齢者と交流する貴重な機会と

なっている。

4. まとめ

認知症予防を目指した実践活動では、複数の運動を組み合わせたマルチコンポーネント運動や運動と認知課題を組み合わせた二重課題トレーニングなどのエビデンスが報告されており、効率的に認知機能を高めるためには、継続的かつ意欲的に楽しく実践することが望まれる。他者との交流を含めた実践活動は、継続的な社会参加を後押しすることが期待され、高齢者各々に合った通いの場になりえる可能性がある。認知症予防は、高齢者の好奇心と行動力による自発的な行動変容による活動的な生活スタイルの獲得が重要であり、リハビリテーション専門職として、その後押しをしていく継続的な支援が必要である。

引用文献

- 1) Bruscoli M, Lovestone S: Is MCI really just early dementia? A systematic review of conversion studies. *Int Psychogeriatr.* 2004; 16: 129-140.
- 2) Manly JJ, Tang MX, Schupf N, Stern Y, Vonsattel JP, Mayeux R: Frequency and course of mild cognitive impairment in a multiethnic community. *Ann Neurol.* 2008; 63: 494-506.

- 3) Ngandu T, Lehtisalo J, Solomon A, Levälähti E, Ahtiluoto S, Antikainen R, et al: A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 385: 2255-2263.
- 4) Kelly ME, Loughrey D, Lawlor BA, Robertson IH, Walsh C, Brennan S: The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2014; 16: 12-31.
- 5) Iizuka A, Suzuki H, Ogawa S, Kobayashi-Cuya KE, Kobayashi M, Takebayashi T, et al: Can cognitive leisure activity prevent cognitive decline in older adults? A systematic review of intervention studies. *Geriatr Gerontol Int*. 2019; 19: 469-482.
- 6) Gheysen F, Poppe L, DeSmet A, Swinnen S, Cardon G, De Bourdeaudhuij I, et al: Physical activity to improve cognition in older adults: can physical activity programs enriched with cognitive challenges enhance the effects? A systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2018; 15: 63.
- 7) Kunieda Y, Arakawa C, Yamada T, Koyama S, Suzuki M, Ishiyama D, et al: Effect of Simultaneous Dual-Task Training on Regional Cerebral Blood Flow in Older Adults with Amnesic Mild Cognitive Impairment. *Curr Alzheimer Res*. 2022; 19: 458-468.
- 8) 高橋哲也, 藤原俊之, 代田浩之: 遠隔心臓リハビリテーションの現状と未来. *MB Med Reha*. 2022; 278: 1~7.

Abstract

Frontiers of practice for dementia prevention

Yota Kunieda

Department of Rehabilitation Medicine, Juntendo Tokyo Koto Geriatric Medical Center

Public lecture of the Faculty of Health Sciences, Juntendo University was held in a hybrid format on Saturday, December 3, 2022. This paper describes the basic knowledge and practices of preventing cognitive decline, as well as the latest research in recent years. In the practice of preventing cognitive decline, evidence for dual-task training, in which exercise and cognitive tasks are performed simultaneously, has been reported. In recent years, research and development of telerehabilitation using information and communication technology (ICT) has also progressed. We are using ICT in cognitive function assessment as an auxiliary tool to provide accurate lifestyle advice to older adults living in the community.

Key Words: cognitive function, mild cognitive impairment, dual-task training, social participation

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 55-57, 2023]

認知症の予防、介入、早期診断

中西 淳

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要 旨

今回の市民講座は認知症予防について、順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センターリハビリテーション科の國枝洋太主任が実践的な取り組みについて講演した。一方、診療放射線学科からは認知症の核医学画像診断を背景に認知症の症状について講演した。認知症の約60%はアルツハイマー型認知症であり、物忘れが代表的な症状である。筆者は核医学検査を担当し、認知症の鑑別診断レポートを主に依頼科に報告している。認知症には物忘れ以外にも多彩な症状・エピソードがあり、画像所見と詳細な臨床症状の確認は鑑別診断の精度を上げるには必須である。今回の市民講座では鑑別診断を踏まえて認知症症状を概説した。

キーワード：認知症、アルツハイマー型認知症、核医学検査、鑑別診断

順天堂保健医療学雑誌, 第4巻, 第1号, 58-60頁, 2023年

令和4年12月3日に御茶ノ水センタービルで順天堂大学保健医療学部主催による令和4年度の市民公開講座が開催された。今回のテーマは「認知症！正しく知って予防しよう。」で、当日の参加者は会場で15名前後、オンラインで60名前後であった。会場は高齢者をはじめ学生も見受けられた。講演は理学療法学科から國枝洋太先生が「認知症予防に向けた実践の最前線」、診療放射線学科から筆者が「認知症の画像検査、症状はものわすれだけではない。」として、45分ずつの講演を行ったので報告する。

講演の内容を以下に示す。プロローグとして、認知症のリスク、WHOの認知予防のガイドラインについて触れた。1) 認知症とは(疫学)アルツハイマー病(Alzheimer's disease: AD)、2) ADの発症機序・病理・経過について、3) 認知症の治療薬(疾患修飾薬)、4) 認知症の典型的疾患(ADの画像所見)、5) 認知症における現病歴から画像検査への流れ、6) 認知症の鑑別(ADとの鑑別)について述べた。

プロローグは認知症のリスク要因について、認知症リスク低減のWHOガイドライン¹⁾の推奨12項目についてスライドで示し、簡単に説明した。アプローチは身体維持健康として、身体活動、禁煙、栄養的、アルコール使用障害、認知的状態の介入が必須である。心の健康維持として、社会活動とうつ病への対応が必要である。最後に生活習慣の見直しとして、体重、高血圧、糖尿病、脂質異常症の管理が身体的健康維持と心

の健康維持に影響を及ぼし、これらのバランスが認知症のリスク低減につながることを示した。

以下、1から6の内容について具体的にスライドを使ってわかりやすく、簡潔に説明した。

1. 認知症とは(疫学)アルツハイマー病(Alzheimer's disease: AD)

認知症は脳の病気や障害などの様々な原因により、認知機能が低下し、日常生活全般に支障が出てくる状態をいう。認知症の6割を占めるのがアルツハイマー型認知症で、脳神経が変性し、脳の一部が萎縮していく過程でおきる。2030年に65歳以上の認知症は800万人を越えると推計されている²⁾。

2. ADの発症機序・病理・経過について

ADとは脳にアミロイドβ蛋白が蓄積、さらにタウ蛋白(神経原線維変化)が蓄積し、神経細胞が減少し脳が萎縮していくことである。アルツハイマー型認知症はADによって大脳皮質、海馬、前脳基底部底部で神経細胞死、シナプス減少、アセチルコリン低下が起こり、認知症を発症した段階である。発症機序はアミロイドβ蛋白の沈着により、脳組織にアミロイド斑(老人斑)とタウ蛋白(神経原線維変化)が生じ、健康であった神経細胞が効率よく機能しなくなることである。2002年に提唱された「オリゴマー仮説」³⁾では、神経毒性の強い可溶性オリゴマーがアミロイド斑やタ

責任著者：中西 淳

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

〒113-8421 東京都文京区本郷2丁目1番1号

E-mail: naka24@juntendo.ac.jp



図1 アメリカ食品医薬品局（FDA）が2022年12月1日、エーザイが開発したアルツハイマー病治療薬「レカネマブ」の審査を受理した。（朝日新聞2022年12月1日付より転載）

ウ蛋白沈着のトリガーとされ、シナプスの働きを阻害し、タウ蛋白の過剰リン酸化を引き起こす原因とされた。

3. 認知症の治療薬（疾患修飾薬）

認知症の治療薬は前述したオリゴマー仮説に基づいた疾患修飾薬の開発が待たれている。講演の数日前、新聞（図1）に新しい疾患修飾薬のレカネマブ（Lecanemab）が掲載されたことを紹介した。疾患修飾薬とは早期投与によってADの進行そのものを修正できると期待されている⁴⁾。2023年1月、レカネマブはアメリカ食品医薬品局（FDA）に承認された。

4. 認知症の典型的疾患（ADの画像所見）

認知症の6割を占めるADの典型的症例を、現病歴から画像診断の所見を示した。現病歴の具体例として、物忘れ・置忘れがあり、物を探すことが多くなり、大事な約束事を守れず、迷子になったり、電車の乗り換

えができなくなる。周囲に対してすぐに怒ってしまうこと（易怒性）が増し、物取られ妄想などが出現する。間違いを指摘すると取り繕うなどの反応を示す。認知機能検査では長谷川式簡易知能評価スケールや mini-mental state examination (MMSE) で軽度認知機能障害を示す。画像所見は形態学的にCTやMRが行われ、海馬の萎縮を認め、機能学的には脳血流SPECTでADに特異的な頭頂葉領域の血流低下を示す。加えて、アミロイドPETで陽性所見の画像を示した。ADの典型的な画像所見について触れた。

5. 認知症における現病歴から画像検査への流れ

認知症の物忘れは加齢による物忘れと異なり、病識がない。多くは患者本人が単独で認知症外来などに来るのではなく、家族や周囲の方と一緒に伴われて受診する。最初に血液生化学的所見をチェックし、形態学的や機能学的に画像検査へと進む。スクリーニング的に脳血管性認知症とADを代表する変性疾患との鑑別が行われる。この脳血管性認知症は脳梗塞や脳出血などで生じる認知機能障害であり、変性疾患による認知症と異なり、特異的な症状がある。認知機能が一日の中で変動し、感情失禁がおきやすく、神経症状が併発していることが多い。本人は認知機能低下の病識がある。変性疾患による認知症は症状のみでは鑑別が難しく、画像所見が鑑別の手掛かりとなることが多い。

6. 認知症の鑑別（ADとの鑑別）

ここでの認知症は変性疾患がメインであり、ADやレビー小体型認知症、前頭側頭型変性認知症などが含まれる。画像検査について形態学的な所見だけでなく、機能学的な所見を合わせて鑑別点を列挙した。レビー小体型認知症は日内変動を伴う認知機能低下であり、他にパーキンソンニズムを伴うことがあるので、歩行障害、動作緩慢、振戦の運動症状があり、幻視を訴えるのが特徴的である。前頭側頭型変性症は責任病巣によって症状が多少異なり、前頭葉の場合は脱抑制、常同性など、側頭葉の場合は失語症がある。また、前頭側頭型認知症では一見認知症と関係のない社会的なルールから逸脱する行動や常に同じ時間に同じ行動をするようになる。

以上、認知症の症状や画像について鑑別診断を踏まえて概説した。

倫理的配慮

本研究は、人間または動物を対象として実施された研究は含まれていない。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) World Health Organization: Risk reduction of cognitive decline and dementia WHO Guidelines. 2019. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550543>, Accessed 29/12/2022.
- 2) 二宮利治：厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）日本における認知症の高齢者人口の将来推計に関する研究総括研究報告書. 2015. <https://whlw-grants.niph.go.jp/system/files/2014/141031/201405037A/201405037A0001.pdf>, Accessed 29/12/2022.
- 3) Ono K, Yamada M: Low-n oligomers as therapeutic targets of Alzheimer's disease. *J Neurochem* 2011; 117: 19-28.
- 4) 山田正仁：アルツハイマー病の診断と治療の新しい展開. *からだの科学*. 2013; 278: 2～7.

Abstract

Dementia prevention, intervention, and early diagnosis

Atsushi Nakanishi

Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University

In clinical diagnostic imaging of Alzheimer's disease (AD), MRI and nuclear medicine studies such as cerebral blood flow SPECT and DaT SPECT are positioned as biomarkers expressing pathological conditions. In this topic, we will focus on the association between multimodality images and clinical manifestations of dementias especially AD and its differential diagnoses.

Key Words: dementia, Alzheimer's disease (AD), SEPCT, differential diagnoses

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 58-60, 2023]

学生として学会で発表するという経験 (第50回日本磁気共鳴医学会の体験記)

富田康暉、福永一星

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要 旨

従来、植え込み型心臓デバイスを使用している患者は、MRI 検査の対象外とされてきた。しかし、近年、MRI 対応のペースメーカーが登場したことで、ペースメーカーを体内に装着した患者でも MRI 検査を受けることが可能になった。にもかかわらず、MRI 対応ペースメーカーは安全性の確立されていない事項が多く、様々な条件を満たした場合でのみ使用が認められている。そこで、我々の研究室ではペースメーカーを交換する場合に着目し、ペースメーカー本体及びリードの同社組み合わせと他社組み合わせの MRI 撮像中の発熱を測定し、MRI に対する安全性を立証し得るデータの一部を取得することを試みた。そして、我々の研究過程や測定結果、考察を学会で発表し、さらに他の研究者の発表を聴講することで、学会という場の雰囲気を感じつつ知識の習得に努めた。

キーワード：MRI、心臓ペースメーカー、RF による発熱、安全性

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，61-62頁，2023年

診療放射線学科では、3年次から研究室に配属され、4年次に研究成果を卒業論文としてまとめている。私の所属する研究室では、5名の学生で MRI の安全性に関する研究を行った。我々の研究では、順天堂医院の MRI 装置や、企業が作成した実験用のファントムを使用するなど、多くの方の協力を得た。

今回参加させていただいた第50回日本磁気共鳴医学会は、2022年9月9日～11日に名古屋国際会議場で開催され、MRI に関する多くの最新の発表が行われた。私は「他社の本体リード組み合わせからなる植え込み型心臓デバイスの MR 安全性：発熱に関する承認組

み合わせとの比較」というテーマで、研究発表を行った(図1)。学会に参加するにあたり、研究室の指導教員や同級生(図2)と発表スライドや原稿を繰り返し修正した。当日の学会発表前に動画をアップロードする必要があり、試行錯誤して完成させた。その過程で多くのことを学び、研究成果を分かりやすくまとめることの重要性や、効果的な伝え方による違いを強く感じた。また、東海大学の黒田輝教授を中心とする共同研究者から多くの助言を受け、学会発表当日も会場で質疑応答などのサポートを受けた。

会場は想像以上に広く、本番では緊張したが、現地



図1 実際の口頭発表の様子



図2 研究室の同級生との記念写真

指導教員連絡先：福永一星
順天堂大学保健医療学部診療放射線学科
〒113-8421 東京都文京区本郷2-1-1
E-mail: ifukuna@juntendo.ac.jp

の聴衆は新型コロナウイルスの影響か、少ない印象であった。発表終了後に指導教員や同級生から賛辞を受けたものの、質疑応答でより明確な回答ができるようになりたいと感じた。

自身の発表後は同じセッションのMRI安全性に関する発表を聴講した。その後、ランチョンセミナーや機器展示、ポスター発表などを体験し、口頭発表以外にも様々な発表方法や楽しみ方があること知った。

学生時代にこのような大規模の学会への参加および

研究発表を経験できたことは、今後の自身のキャリアにおいて役立つのではないかと感じた。

謝 辞

本研究は指導教員の福永一星氏、渋川周平氏をはじめ、多くの先生方や企業様のご協力により、共同研究への参加や学会での発表が実現しました。貴重な体験をさせていただき、深くお礼申し上げます。

Abstract

Experience of presenting at academic conferences as a student ~Experiences at the 50th Annual Meeting of the Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine~

Koki Tomita, Issei Fukunaga

Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University

Traditionally, patients with implantable cardiac devices have been excluded from MRI scans. However, with the advent of MRI-compatible pacemakers in recent years, it has become possible for patients with pacemakers to undergo MRI examinations. Nevertheless, the safety of MRI-compatible pacemakers has not been established in many cases, and their use is permitted only when various conditions are met. Therefore, in our laboratory, we focused on the case of replacing a pacemaker, and we tried to measure the heat generation during MRI imaging of the combination of the pacemaker body and lead of the company and the combination of another company, and obtained some data that could prove the safety of MRI. By presenting our research process, measurement results, and considerations at academic conferences, and listening to other researchers presentations, I tried to acquire knowledge while experiencing the atmosphere of academic conferences.

Key Words: MRI, pacemakers, RF induced heating, safety

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 61-62, 2023]

学術集会 LIFE2022における研究発表の実践報告

掛川 圭、水野宥伽、松田雅弘

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

2022年8月、日本生活支援工学会、ライフサポート学会、日本機械学会の3学会合同の学術集会「LIFE2022」がオンラインで開催された。本学術集会への参加や自身の研究成果発表を通して、研究者との意見交換や医療分野以外の研究に関する見聞を深め、刺激を受けた。多角的な視点の持ち方や今後の研究活動の課題、展望を見出すきっかけを得ることができた。

キーワード：LIFE2022、ウェルビーイング、抱っこ紐、歩行支援機器

順天堂保健医療学雑誌，第4巻，第1号，63-65頁，2023年

1. はじめに

2022年8月19日～21日、日本生活支援工学会を中心とした学術集会「LIFE2022」が開催された。学会や学術集会への参加は初めてであったが、本学術集会において、実験補助に携わった研究成果の発表を行った(図1)。今後、臨床業務に従事する者、研究を行っていく者として、多領域・他職種の方々とディスカッションや研究成果発表から、自身の視野、見聞を広げたいという思いのもと参加した。学部生時代に学会での研究発表をする貴重な経験を得たため、本稿において実践内容を報告する。

2. 学術集会の概要

LIFE2022は、日本生活支援工学会、ライフサポート学会、日本機械学会の3学会合同の学術集会である。札幌市立大学にて開催予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大のため、オンライン形式での開催となった。「AI時代のウェルビーイング」というテーマのもと、生命関連分野、リハビリテーション・生活支援分野、生体計測・制御分野等における研究開発や成果の発表が行われた。医療・福祉・リハビリテーション分野、行政、産業界などから多くの研究者や現場の専門職が参加し、それぞれの観点からの発表や多領域にまたがるディスカッションがなされた。

3. 口述発表

1) 一般セッション 乳幼児と保育

「腰部に負担の少ない乳幼児用の抱っこ紐の開発」
(図2)

研究概要

乳幼児の体重が増加するにつれ、抱っこ紐使用者の身体的負担は高まり、腰痛や肩こりの原因となる。そのため、肩ベルトと腰部パッドに改良を加えた新たな抱っこ紐を開発した。改良前後2種類の抱っこ紐を使用し、抱っこした状態で運動をした際の身体的負担感の違いを検討した。改良後の抱っこ紐では、主観的疲労度と筋疲労がともに有意に低下した。歩行動作では頭や体幹の上下動が少なく、骨盤の傾斜は抱っこ紐をつけていない状態に近かった。抱っこしていても動作への障害が少なく、身体的な負担を軽減する抱っこ紐の構造的な改良を実現することができた。

研究者や大学院生に対する発表は初めてであり、オンラインでの発表であったため、聴衆の反応をうかがいながら発表することに課題を感じた。発表後には、「母体の姿勢は変化したけど、赤ちゃんの姿勢変化はどうであったか」、「なぜ7kgの赤ちゃんの人形を用いたのか」との質問があった。重量が軽すぎると影響が少なく、重いと過度な負担になってしまう可能性が考えられたため、適当な条件になるよう設定した。しかし、個体や年齢により身体的特徴は多様であり、単一の基準だけでなく、今後は様々な条件下での検討が必要で

責任著者：松田雅弘

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

〒113-0033 東京都文京区本郷3-2-12

E-mail: t.matsuda.ye@juntendo.ac.jp

ある。同様の研究をしている方々からの疑問や質問は、今後の研究を進展させる原動力となるものであるが、そのような質問に対し、的確な返答や十分な議論につなげられず、発信力や議論する力の不足を痛感した。また、「体に接する面積が増えたので、汗や蒸れなどによる長時間装着時の不快感についても調査すると良い」とのコメントをいただいた。1つの研究成果から、次の研究の発想に発展していく過程を実感した。

課題発見の一方で、他者の発表の聴講や意見交換から、今後の研究のブラッシュアップにつながる経験を得ることができた。

2) 一般セッション 歩行の支援

「無動力歩行支援装置による歩行補助の方向性についての検討」

研究概要

歩行能力を維持していくことは健康寿命の延伸に必要な不可欠であり、歩行支援機器も増加している。しかし、日常的に使用するのが困難であることも多いため、日常的に使用できる歩行支援機器について検討した。無動力歩行支援装置 (aLQ ; 今仙電機製作所) を用いた歩行練習における、股関節の動きに対するアシストの有無による歩行動作を比較した。事前測定と比較すると、aLQ を装着することにより左右の歩幅やストライド、歩行速度は増大したが、アシストの有無での有意差はなかった。さらに、アシストにより歩行時の重心移動は大きくなる傾向にあり、片脚での体重支持時間や足底圧の増大も見られたが、アシスト方向による有意差はみられなかった。

発表後に、「結果にストライド長の増大とあるが、

なぜそこに着目したのか」という質問があった。これに対して、歩行支援装置を使うことで歩行効率が上がり、それに伴いストライド長の増大がみられたと考えられる。しかし高齢者が使用する場合、歩行効率が上がることはメリットだけでなく、転倒リスクの増大が考えられるため、そこに着目したという答えにつながった。このことから、今後歩行支援機器を使用していくにあたり、歩行効率だけを考えるのではなく、転倒リスクについても研究していく必要があると新たな課題を見つけることができた。

質問や意見をいただくことで相手の理解が深まるだけでなく、研究における課題や展望を見つけるきっかけにもなるため、研究発表の重要性を実感することができた。



図1 発表中の様子

**腰部に負担の少ない
乳幼児用の抱っこ紐の開発**

淵川 愛¹⁾、松田 雅弘¹⁾、藤野 雄次¹⁾、高橋 智子²⁾、橋本 典士³⁾、北原 エリ子⁴⁾、藤原 佳之^{1)*}

1) 徳山大学 保健医療学部
2) 徳山大学 看護学部
3) 徳山大学 看護学部附属徳山実業病院 リハビリテーション室
4) 徳山大学 看護学部 リハビリテーション科

新たな抱っこ紐

Koala2.5

- 肩ベルトのカーブ
抱っこ紐と体の接着面積 UP
- フィットアジャスター
支点が「背中中央近く」へ
- 背骨の両側に中芯
腰椎の支持性 UP

方法

実験内容 赤ちゃんを抱っこした状態で運動を実験
→前後における主観的疲労度・姿勢の変化を比較

運動1 運動2 運動3 運動4 運動5

VAS 疲労度・歩行・姿勢 VAS 疲労度・歩行・姿勢 VAS 疲労度・歩行・姿勢 VAS 疲労度・歩行・姿勢 VAS 疲労度・歩行・姿勢

運動1 運動2 運動3 運動4 運動5

運動1 運動2 運動3 運動4 運動5

運動1 運動2 運動3 運動4 運動5

結果

	Koala1.0				Koala2.5			
	歩行速度 (歩/分)	歩幅 (cm)	ストライド (cm)	歩行速度 (歩/分)	歩幅 (cm)	ストライド (cm)	歩行速度 (歩/分)	歩幅 (cm)
事前測定	108.0±10.0	68.0±10.0	136.0±10.0	108.0±10.0	68.0±10.0	136.0±10.0	108.0±10.0	68.0±10.0
運動1	110.0±10.0	70.0±10.0	140.0±10.0	110.0±10.0	70.0±10.0	140.0±10.0	110.0±10.0	70.0±10.0
運動2	112.0±10.0	72.0±10.0	144.0±10.0	112.0±10.0	72.0±10.0	144.0±10.0	112.0±10.0	72.0±10.0
運動3	114.0±10.0	74.0±10.0	148.0±10.0	114.0±10.0	74.0±10.0	148.0±10.0	114.0±10.0	74.0±10.0
運動4	116.0±10.0	76.0±10.0	152.0±10.0	116.0±10.0	76.0±10.0	152.0±10.0	116.0±10.0	76.0±10.0
運動5	118.0±10.0	78.0±10.0	156.0±10.0	118.0±10.0	78.0±10.0	156.0±10.0	118.0±10.0	78.0±10.0

まとめ

- 従来製品と改良した抱っこ紐を用い、運動前後における主観的疲労度や身体的負担を調査した
- Koala2.5では…
 - 抱っこをしても動作への影響が少なかった
 - 歩行時の体の上下動・骨盤の傾斜を抑えることができた → 安定した歩行・歩行効率の向上

身体的負担を少なくする構造の改良 実現

図2 発表スライドの一部

4. おわりに

「ウェルビーイング」をテーマに掲げた本学術集会への参加と研究発表を通し、人々の生活を豊かにする支援につながる活動を行っていきたくと改めて感じ、意欲が高まった。また、他者の研究内容だけでなく、自身の研究発表からも多くのことを吸収することができた。

本学術集会へは、理学療法士のほか、リハビリテーションの専門職種以外の工学者、医師、教育者など様々な専門職種の参加があった。一見、医療や理学療法に直接的な関係が少ないように思えても、他領域の研究や情報の収集、人間関係の構築などが、医工連携や産官学連携に発展していくと考える。専門分野以外の情

報収集力や理解力を高めて相互の連携を強め、専門性を持ち寄ることで、より高度な研究や人々の生活に落とし込めるまでの取り組みが可能になるのではないかと。オンライン形式で開催された本学術集会では、直接会って情報交換することができず、人とのつながりの広がりが少ないと感じた。別の機会に、対面での学会へ参加した際には、多くの参加者と有意義なディスカッションができ、人に会いたい、情報を知りたい、という情熱を満たすのは対面式の学会の強みであると感じた。一方、オンライン形式では、移動なく多くの情報を得ることができ、今後の学び方につながる開催方法の違いを経験することができた。学部生時代に得られた経験や学びを今後に活かし、自己研鑽に励んでいきたい。

Abstract

Practical report of research presentation at LIFE2022

Kei Kakegawa, Yuka Mizuno, Tadamitsu Matsuda

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

In August 2022, LIFE2022, the joint academic meeting of the Japan Society of Lifestyle Support Engineering, the Life Support Society of Japan, and the Japan Society of Mechanical Engineers, was held online. Through participation in this academic meeting and presentation of our research results, I exchanged opinions with researchers, deepened my insight on research outside the medical field, and was stimulated. I got an opportunity to find a multifaceted viewpoint and future challenges and perspectives for my research activities.

Key Words: LIFE2022, well-being, baby carrier, walking assist device

[Juntendo Health Science Journal 4(1): 63-65, 2023]

2021年度保健医療学部共同研究・奨励研究抄録

股関節・膝関節に作用する骨格筋の構造・機能特性と
下肢の運動機能に関する研究

坂井建雄¹⁾、眞壁 寿¹⁾、市村浩一郎²⁾、姉帯飛高²⁾、
武田晃一²⁾、熊崎敏真³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部

²⁾ 順天堂大学大学院医学研究科解剖学・生体構造科
学

³⁾ 大阪体育大学

目的：本研究では、これまで起始・停止と神経支配の記述に終始してきた骨格筋の解剖学、とくに股関節と膝関節の運動機能において重要な大殿筋とハムストリングについて、単離筋標本という新しい研究技法を導入して、筋内の筋線維要素と腱要素の構造を明らかにすることにより、これまで不正確に理解されていた骨格筋の力学的特性を明らかにすること、さらにその知見に基づいて下肢の運動機能を再評価することが目的である。骨格筋の解剖学の研究は、これまで筋が骨格に付着したまま原位置で解剖をしてきた。この方法では、筋の起始・停止位置や関節との位置関係が明確に把握できるが、筋の深層面を見るのが難しかった。単離筋標本を用いた本研究では、表在起始・停止腱を含む筋の構築を明らかにすることができる。

方法：医学部の人体解剖実習で使用された解剖体から、股関節を屈曲する腸腰筋と大腿直筋の単離筋標本および筋を取り除いた骨格の標本股関節を作成し、運動に伴う筋長およびモーメントアームの変化を測定する。

結果：股関節の伸展位から中程度屈曲位（60度）までは、屈曲トルクの3分の2を大腿直筋が、3分の1を腸腰筋が発揮する。屈曲角度が60度を越えると腸腰筋の寄与が急速に増加した。回転速度については、腸腰筋の方が大腿直筋よりも2.5～3倍の速さであった。

結論：骨格筋の解剖学についてのこれまでの知見は、おもに原位置での解剖によって得られてきたが、単離筋標本を解剖・観察することで骨格筋の内部構造および機能についての新たな知見を得られることが明らかになった。

フレイルを呈する高齢心疾患患者の起立性低血圧および動的血圧応答異常に関する検討

齊藤正和、高橋哲也、森沢知之、作山晃裕

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：フレイルを呈する高齢心大血管疾患患者の1) 起立性低血圧の罹患率の調査、2) 起立性低血圧の関連要因を検討することを目的とする。

方法：グループ1：回復期心臓リハビリテーションに参加している65歳以上の高齢心大血管疾患患者のうち研究参加への同意が得られた症例116例（年齢78 [72-83] 歳、女性31.9%）、グループ2：文京区シルバー人材センターに登録されている健常高齢者100例（年齢73 [69-77] 歳、女性50%）を対象に、フレイルならびに起立性低血圧および起立性高血圧の有無を調査した。

起立性低血圧および高血圧の評価は、安静椅子座位で測定した収縮期血圧（sBP）および拡張期血圧（dBP）に対して、立位1分後または3分後の血圧を解析値とした。姿勢変化に伴う血圧の推移により、起立性低血圧：sBP \geq 20mmHg 低下または1かつdBP \geq 10mmHg 低下、起立性高血圧：sBP \geq 20mmHg 上昇を認める場合と定義した。フレイル評価には、J-CHS 基準を採用し、J-CHS 基準3点以上を身体的フレイルと定義した。

結果：高齢心大血管疾患患者は、健常高齢者に比べて、フレイル（37.1% vs. 1.0%、 $p < 0.001$ ）および起立性低血圧（14.7% vs. 6.0%、 $p = 0.040$ ）を保有する割合が有意に高値であった。一方、両群間で起立性高血圧の保有率には有意差を認めなかった（6.9% vs. 2.0%、 $p = 0.111$ ）。また、高齢心大血管疾患患者において、フレイルの保有する症例は、フレイルに該当しない症例に比べて、起立性低血圧（23.3% vs. 9.6%、 $p = 0.044$ ）合併率が有意に高値であった。一方、起立性高血圧の合併率には有意差を認めなかった（7.0% vs. 6.8%、 $p = 0.979$ ）。

結論：高齢心大血管疾患患者では、健常高齢者と比較して、フレイル、起立性低血圧ならびに起立性高血圧の合併率が高値であることが示された。さらに、フレイルを呈する高齢心大血管疾患患者は、起立性低血圧の合併率が高値であることが示された。今後も患者登録を継続し、フレイルを呈する高齢心大血管疾患患者の姿勢変化に伴う血行動態異常と機能的予後ならびに生命予後との関連性を検討する。

地域在住高齢者における起立性低血圧とフレイルの関連 – 横断的検討 –

澤 龍一、齊藤正和

保健医療学部理学療法学科

背景：起立性低血圧は加齢より生じる生理学的変化であり、以前より転倒のリスク因子と認識されてきた。近年、フレイルとの関連を示す論文が散見されるが、横断的な関連性にとどまっており、またフレイル・サイクルの各構成要素との関連は示されていない。

目的：本研究の目的は、地域在住高齢者における身体的フレイルおよびその下位項目と起立性低血圧の関連について検討することである。

方法：対象は文京区シルバー人材センターから派遣された地域在住高齢者93名である。身体的フレイルはJ-CHS 基準により評価し、下位項目の内、一つでも該当した場合にフレイルと定義した。起立性低血圧は起立後1分後および3分後に収縮期血圧 (sBP) が20mmHg以上、あるいは拡張期血圧 (dBP) が10mmHg以上低下した場合と定義した。また sBP と dBP それぞれについて、安静時との差分を起立後1分後 ($\Delta 1sBP$ 、 $\Delta 1dBP$)、起立後3分後 ($\Delta 3sBP$ 、 $\Delta 3dBP$) に算出した。統計解析は身体的フレイルおよびその下位項目と起立性低血圧の関連を検討するために χ^2 乗検定を用いた。身体的フレイルおよびその下位項目の該当における $\Delta 1sBP$ 、 $\Delta 1dBP$ 、 $\Delta 3sBP$ 、 $\Delta 3dBP$ を比較するために対応のない t 検定を用いた。

結果：身体的フレイルに該当したのは39名 (41.9%)、起立性低血圧に該当したのは6名 (6.5%) であった。身体的フレイルおよびその下位項目と起立性低血圧の関連を検討したが、いずれも有意な関連は示されなかった。身体的フレイルの各下位項目の内、筋力低下に該当した対象者において、 $\Delta 3sBP$ と $\Delta 3dBP$ が有意に低い結果を示した (該当 vs. 非該当: [$\Delta 3sBP$] -4.7mmHg vs. 0.7mmHg, $p < 0.05$; [$\Delta 3dBP$] -5.0mmHg vs. -0.8mmHg, $p < 0.05$)。

結論：地域在住高齢者において、身体的フレイルの下位項目のうち筋力低下のみ起立性の血圧変動と関連することが示された。

骨格筋ストレッチのトレランスへの効果における神経学的メカニズムの解明

高橋容子、飛山義憲

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

背景：骨格筋のストレッチには関節可動域拡大の効果があるものの、筋の柔軟性や伸張性改善のメカニズムは十分に解明されていない。近年、ストレッチの効果

のメカニズムにはトレランス (ストレッチによる不快感や痛みに対する許容度) が関与すると考えられているが (Mizuno, et al. 2013; Behm, et al. 2016)、トレランスに関わるメカニズムはいまだ不明である。筋を伸長すると、伸張反射により伸長した筋の筋収縮が起こる。一方で、ストレッチのような持続的伸長では、伸長した筋に対する拮抗筋からの相反性抑制が増大することが報告されている (Blazevich, et al. 2012)。相反性抑制の増大は、伸長した筋の Ia 神経の求心性入力を減じるため、伸張反射による筋収縮を軽減させ、伸長による不快感や痛みを軽減すると考えられ、トレランスに関与している可能性がある。さらに、筋の伸長中に伸長した筋の収縮が起きる者と、反対に拮抗筋の収縮が起きる者がおり、個別性が存在することが明らかになっている (Gajdosik. 2006)。我々は、伸長中の筋反応の個別性がトレランスに関与し、さらにトレランスのメカニズムとして、相反性抑制が関与しているという仮説を持った。

目的：伸長中の当該筋および拮抗筋の筋活動と、相反性抑制との関係を明らかにする。

方法：健康成人を対象に、下腿三頭筋の伸長を15秒×4回実施し、伸長中の下腿三頭筋・ヒラメ筋・前脛骨筋の筋活動を表面筋電図にて測定した。ヒラメ筋 H 反射を用いた条件 - 試験刺激法にて、前脛骨筋からヒラメ筋に対する相反性抑制・シナプス前抑制を測定した。運動習慣や利き足も聴取した。

結果：68名のリクルート为目标とし、現時点で15名のデータ測定を終了している。15名の平均年齢±標準偏差は20.5±0.6歳で、性別は男性3名、女性12名であった。利き足は全員右足であった。そのうち3名の筋電図解析を実施したところ、伸長した下腿三頭筋に筋活動が起きる者が1名、拮抗筋に筋活動が起きる者が2名いた。相反性抑制やトレランスとの関係については、対象者のリクルート・測定を継続し、解析を進めていく。

末梢神経ランダムノイズ刺激が運動制御時の脳波筋コヒーレンスへ及ぼす影響

春山幸志郎、山口智史

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：近年では確率共鳴現象を利用したランダムノイズ刺激の有効性が報告されているが、定周波数での刺激と比較してランダムノイズ刺激が有効かどうかは明らかではない。本研究では、下肢末梢へのランダムノイズ電気刺激が立位姿勢制御に及ぼす影響と中枢神経系の寄与について検討し、ランダムノイズ刺激の効果について明らかにすることを目的とした。

方法:対象は、健常若年者18名(平均年齢20.7±1.0歳)とした。立位での前後の足圧中心(COP)の動的姿勢制御課題として、モニターに予め固定表示されたモデルのCOP軌跡に合致するように対象者は自身のCOPを移動させた。1試行を30秒とし、5試行を1ブロック、合計6ブロック行い、課題前後のモデルのCOP軌跡と実際のCOP軌跡との適合度をaccuracy ratioとして算出した。課題実施中に電気刺激介入を実施した。電気刺激はNurostym tES(NeuroDevise社製)を用いて、対象者の両脚の内果-外果上方に1対の刺激電極をそれぞれ貼付した。対象者は無作為に3群に割り当てられ、A群にはランダムノイズ刺激(640Hz以下のランダム周波数変動)、B群には非ランダム電気刺激(320Hzの定周波数刺激)、C群には偽刺激(電気刺激なし)とした。電気刺激の刺激強度は感覚閾値の0.9倍として、事前に強度設定を行った。すべての条件で課題中の電気刺激を対象者は知覚できないことを確認した。介入前後の脳筋電図コヒーレンス値は、COPを最大前傾の35%の位置で120秒間保持中に、一次運動野の脳波とヒラメ筋筋電図を記録し、 β 周波数帯におけるコヒーレンス値を算出した。3条件間で介入前後のaccuracy ratioとコヒーレンス値を二元配置分散分析を用いて比較した。統計処理にはSPSS28Jを使用し、有意水準は5%に設定した。

結果:介入前の姿勢制御の平均accuracy ratioはA群で36.2±8.0%→48.4±7.0%、B群で36.1±7.6%→49.9±10.5%、C群で34.9±5.2%→47.9±8.7%とすべての群で有意に向上したが、群間差は認めなかった。皮質筋コヒーレンス平均値は介入前後で、A群0.09→0.10、B群0.09→0.10、C群0.11→0.16となり、有意な変化を認めなかった。

結論:末梢神経ランダムノイズ刺激は、他の条件や刺激なしと比較し、有意な効果は見られなかった。今後、刺激条件やアウトカムの妥当性などを検証していく。

パーキンソン病患者の歩行リズム障害に着目したスケーリング指数 α の臨床的有用性に関する研究

眞壁 寿¹⁾、坂井建雄¹⁾、伊澤奈々^{1,2)}、佐藤和命³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 越谷市立病院

³⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂医院リハビリテーション室

目的:正常な人の歩行のストライドインターバル(SI)時間は、快適歩行速度において一定でなく、ある時間幅で長期相関しながら変動することが知られている。SI時間の長期相関は、スケーリング指数(α)によっ

て定量化できる。歩行のリズム障害を呈するパーキンソン病(PD)において、 α が小さくなることが報告されているが、その臨床的な有用性は十分に検討されていない。そこで本研究の目的は、PDの α が健常成人と比べ、どのような違いがあるかを明らかにし、その臨床的有用性を明らかにする点にある。なお、 α が $0 < \alpha < 0.5$ の時は反持続性変動、 α が $0.5 < \alpha < 1$ の時は持続性変動、 $\alpha = 0.5$ の時はランダム変動、 $\alpha = 1$ の時は1/fゆらぎ変動をもつとされている。

方法:対象は若年成人(YP)20名(平均21歳)、地域在住高齢者(EP)20名(平均71歳)、PD10名(平均57歳)。対象者の腰部(L3-4)、左右踵に3軸加速度計を貼付し、1周40mの歩行路を快適歩行速度で10分間歩行した。上下方向加速度信号からPeak to Peak時間を検出して、SI時間の時系列データを取り出し、トレンド除去法(DFA)によって α を算出した。また、歩行距離、ステップ数から歩行速度、ステップ長を算出した。PDの上記測定パラメータを一元配置分散分析を用いて3群で比較検討した(SPSS25J)。

結果:歩行速度の平均はYP1.25(m/s)、EP1.15(m/s)、PD0.9(m/s)で、PDの歩行速度はYPとEPに比べ有意に低下していた。ステップ長の平均はYP0.62(m)、EP0.58(m)、PD0.48(m)で、PDのステップ長はYPとEPに比べ有意に低下していた。 α の平均はYP0.71、EP0.62、PD0.52で、YPに比べEPとPDで有意に低下していた。

結論: α は年齢、疾患により変化していた。高齢になると α は小さくなり、持続性の変動特性が低下する傾向にあった。PDのSI時間の変動はランダムに近い変動を示していた。これらの結果より、 α は大脳及び脊髄における歩行リズムの制御能力の低下を表すものと推察された。

腰部への高周波温熱刺激が筋組織弾性に及ぼす影響

宮森隆行^{1,3)}、長尾雅史²⁾、斉藤大樹³⁾、野津将時郎⁴⁾、島崎 佑⁵⁾、池田 浩^{1,6)}、吉村雅文^{3,5)}

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部

²⁾ 順天堂大学革新的医療技術開発研究センター

³⁾ 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

⁴⁾ 順天堂大学スポーツ健康医科学研究所

⁵⁾ 順天堂大学スポーツ健康科学部

⁶⁾ 順天堂大学整形外科・スポーツ診療科

目的:腰痛は、世界でも有訴率の高い疾患である。アスリートにおいても腰痛症状を有する者は多いことが明らかとなっており、腰痛によるパフォーマンスの低下が懸念される。近年の物理療法分野では、高周波領

域の温熱刺激による筋への作用について注目されている。しかし、腰痛疾患を抱えたスポーツ選手の腰部筋群に対する高周波温熱刺激が筋組織弾性に及ぼす影響を検討した報告はない。よって本研究は、腰部への高周波温熱刺激が、腰椎の安定性に関与する多裂筋と腸筋の組織弾性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

方法：対象は、日常的にスポーツ活動を行なっている腰痛もしくは腰痛の既往のある女性20名(19.3歳±1.2)とした。研究デザインは、クロスオーバー比較試験として、腰背部に高周波温熱刺激(448kHz)、ホットパック(HP)、偽温熱刺激(Sham)の3種類の刺激介入を実施した。筋組織弾性率は、せん断波超音波エラストグラフィを用いて評価した。測定部位は、腹臥位安静時および座位ストレッチ時における多裂筋および腸筋とした。統計処理は、各刺激介入群における筋弾性率の経時的変化を比較するため、反復測定二元配置分散分析を行った。交互作用を認めた場合は、多重比較検定を行った。

結果：反復測定二元配置分散分析の結果、座位ストレッチ時の多裂筋では、介入前後で交互作用を認めた($F_{4,76}=3.937, p=0.006, \eta^2=0.168$)。多重比較検定の結果、448kHzの介入直後は、Shamと比較して筋組織弾性が低下した($p=0.019$)。また、448kHzによる多裂筋の組織弾性率の低下は30分後も維持された。

結論：本研究により、448kHzを用いた高周波温熱刺激は、腰痛または腰痛を有するスポーツ活動を行っている女性に対してストレッチ時の多裂筋の組織弾性を低下させる作用があることが示唆された。今後は、ストレッチや運動療法との併用における効果検証や、448kHz温熱刺激が腰痛予防に効果的であるかを縦断的に評価する必要がある。

地域高齢者の呼吸サルコペニアと口腔サルコペニアの関連を探る

森沢知之¹⁾、國枝洋太²⁾、鈴木瑞恵²⁾、小山真吾²⁾、松田雅弘¹⁾、澤 龍一¹⁾、藤野雄次¹⁾、松田雅弘¹⁾、高橋哲也¹⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センターリハビリテーション科

目的：サルコペニアは加齢、疾患、身体不活動などにより進行性かつ全身性に骨格筋が減少する疾患であるが、近年は呼吸筋力が低下・減少する「呼吸サルコペニア」や咀嚼筋力の低下などによって起こる「口腔サルコペニア」が注目されている。サルコペニアの発症

には栄養障害や身体活動量が関連することを考えると、全身性サルコペニアの上流には呼吸サルコペニアや口腔サルコペニアが存在する可能性がある。本研究では、地域在住高齢者の身体機能低下、呼吸機能低下、口腔機能低下の割合と重複率を明らかにし、これらの機能低下に影響する要因を分析する。

方法：東京都江東区に住む60歳以上の地域在住高齢者101名(平均年齢76.9歳)を対象に身体機能評価、呼吸機能評価、口腔機能評価を行った。いずれかの機能低下があるものを機能低下群とし、ロバスト(健常)群との群間比較を行った。さらに、これらの機能低下に影響する要因を分析するため二項ロジスティック回帰を用いて解析を行った。

結果：ロバスト群41名、機能低下群60名であり、機能低下群のうち身体機能低下群25名(24.8%)、呼吸機能低下群34名(33.4%)、口腔機能低下群29名(28.7%)であった。機能低下の要因として年齢と基本チェックリスト合計点が有意な項目として抽出された。

結論：地域在住高齢者の身体機能低下、呼吸機能低下、口腔機能低下の割合は約30%であり重複率は約5%であった。今回、機能低下にかかわる要因を明らかにすることができなかつたため今後も解析を続ける予定である。

パーキンソン病患者の筋シナジー評価システム構築と予備的研究

山口智史¹⁾、春山幸志郎¹⁾、土屋順子²⁾、佐藤和命³⁾、亀山啓博³⁾、渡部幸司³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 東京工科大学保健医療学部理学療法学科

³⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂医院リハビリテーション室

目的：筋シナジーは、脳から筋への神経伝導を簡略し、複数の筋群を協調的に活性化することで、動作を円滑に遂行する役割を持つ。近年、動作再獲得のためのリハビリテーションのために、神経疾患の筋シナジー評価の重要性が指摘されているが、進行性で重症な運動障害を呈するパーキンソン病患者の筋シナジー評価は、課題動作の遂行が困難なため実施できないことが多い。そこで、重症な運動障害を呈するパーキンソン病患者であっても、課題遂行が可能とされている座位でのペダリング(自転車漕ぎ)運動中の筋シナジー評価手法を提案するために、この評価システムの構築と今後の研究を推進するための予備実験を実施した。

方法：健常成人6名を対象とした。課題は、平地歩行とペダリング運動とし、それぞれ至適速度で実施した。

筋シナジー評価として、課題中に一側下肢10筋から表面筋電図を記録した。対象筋は、大臀筋、中臀筋、大腿二頭筋長頭、大腿二頭筋短頭、大腿直筋、内側広筋、外側広筋、前脛骨筋、内側腓腹筋、ヒラメ筋とした。筋電図信号は、サンプリング周波数1k Hzで集録し、フットスイッチとペダリング運動中のペダル角度の信号から動作周期データの切り出しを行った。得られたデータについて、非負値行列因子分解解析を実施し、筋シナジー数を抽出し、その重みづけと活動度を算出した。

結果：平地歩行では、4つの module から構成された筋シナジーが得られた。また、ペダリング運動においても同様に、類似した4つの module から構成された筋シナジーが得られた。

結論：健常者における平地歩行とペダリング運動では、類似した module で構成された筋シナジーが得られた。今回、構築した筋シナジー評価システムを使用することで、重症な運動障害を呈するパーキンソン病患者の下肢運動障害を客観的に捉えられる可能性がある。今後、パーキンソン病患者を対象とした研究を実施していく予定である。

高齢心不全患者の骨格筋の質に関する調査

作山晃裕

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：高齢心不全患者の骨格筋量の運動機能への影響が明らかになっている一方で、運動機能への骨格筋の質の影響については十分に検証されていない。骨格筋の質の評価として、超音波検査を使用し、その筋輝度を用いた評価が近年よく用いられている。筋輝度とは筋の超音波画像のエコー強度であり、筋内の脂肪や線維性の組織が増加することで筋輝度は上昇する。骨格筋の質を評価する方法として、筋輝度の有用性は示されているものの、方法の標準化は不十分な段階である。今回は筋輝度の計測における機器設定の影響を検討した。

方法：筋輝度の計測における機器設定の影響を確認するため、筋輝度の計測によく用いられている大腿直筋で検討を行った (n=1)。超音波機器については、SONIMAGE MX1 (コニカミノルタ) を使用し、プローブはリニアプローブを使用した。測定肢位は背臥位で、大腿直筋を測定する位置としては上前腸骨棘と膝蓋骨上端を結ぶ線の中点とした。筋輝度の計測には、画像解析ソフトである ImageJ (NIH) を使用した。

結果：設定値において、ゲインのみ設定を変えて計測したところ、ゲインの数値を上げていくと直線的に筋

輝度が上昇する傾向であった。また、ダイナミックレンジ (DR) のみ設定を変えて計測したところ、DRの数値を上げると筋輝度は低下する傾向であった。加えて、周波数のみ設定を変えて計測したところ、周波数によりややばらつきがみられる傾向であった。

結論：超音波機器の設定値によって筋輝度にばらつきが生じることを確認した。超音波機器での筋の計測の標準化を目指してまとめられた総説においても、機器設定によって筋輝度の数値に影響を及ぼす可能性について述べられており、実際の計測に当たっては研究実施を通して機器設定を統一して計測していく必要がある。今回の検討を踏まえ、今後は高齢心不全患者を対象に骨格筋の質を評価していく予定である。

Cycle generative adversarial network-based adaptive radiation therapy in 4-dimensional cone-beam computed tomography

Keisuke Usui¹⁾, Kentaro Suzuki²⁾, Koichi Ogawa³⁾

¹⁾ Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University

²⁾ Department of Radiation Oncology, Faculty of Medicine, Juntendo University

³⁾ Faculty of Science and Engineering, Hosei University

Purpose/Objectives: To achieve high-precision stereotactic body radiotherapy, visualization of moving tumor/target estimation is performed using 4-dimensional cone-beam computed tomography (4D-CBCT) before each treatment fraction. Currently, respiration-correlated 4D-CBCT is achieved with subgroups of cone-beam projections into different respiratory phases. However, insufficient projections inside each phase bin cause severe imaging artifacts. Convolutional neural networks are widely used to correct CBCT specific artifacts. Previous research has shown that mean absolute error in Hounsfield units improved up to 93% over the original CBCT image. However, slight voxel-wise misalignment between the training images may lead to blurred synthesis, and hence, due to respiratory motion, it is impossible to perform 4D-CBCT imaging without organ misalignment with the 4D-computed tomography (4D-CT). Cycle-generative adversarial network (cycle-GAN) framework enforces an inverse transformation and achieves high accurate consistency even in mapping nonlinear domains. The aim of this study was to improve 4D-CBCT image quality using cycle-GAN and evaluate its use in adaptive radiation therapy (ART) planning for lung cancer.

Materials/Methods: Unpaired 4D-CT and 4D-CBCT taken from publicly available datasets in 5 patients who underwent lung cancer treatment were used for training using cycle-GAN model. Then, Synthesis of 4D-CBCT (Syn-CBCT) images with improved quality conferred by the cycle-GAN model was tested in another 5 cases in the lung region. To assess pixel value deviation and image similarity, mean absolute errors (MAE) and structural similarity index measure (SSIM) were calculated for Syn-CBCT and paired 4D-CT images and compared with those of original 4D-CBCT images. Moreover, volumetric modulation arc therapy plans with a dose of 48 Gy in 4 fractions were recalculated based on Syn-CBCT images, and 3-dimensional (3D)-gamma (3%/3 mm) analysis was conducted to compare the former with ideal dose distributions observed in 4D-CT images.

Results: 4D-CBCT imaging quality was improved and lung tumor regions were clearly observed after noise and artifact removal by applying the trained cycle-GAN model. MAEs were improved by 21% and SSIMs by 46% for whole images. Hence, pixel value and structural visualization in Syn-CBCT images could achieve near-ideal quality of 4D-CT images. Large structures were generally consistent with those in paired 4D-CT images, whereas fine structures (pulmonary vessels and fine bones) were not completely duplicated. However, a mean 3D gamma pass rate of >95% was achieved in all cases.

Conclusion: The proposed cycle-GAN method enhances 4D-CBCT image quality, making it comparable to that of 4D-CT images. Thus, clinical implementation of Syn-CBCT-based ART is feasible.

悪性腫瘍を模擬した ADC 評価用ファントムの開発

佐藤英介¹⁾、坂野康昌¹⁾、津田啓介¹⁾、室井健三¹⁾、赤津俊哉²⁾、磯辺智範³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線部

³⁾ 筑波大学大学院医学医療系

目的: 拡散強調画像 (DWI) の定量評価指標である見かけの拡散係数 (ADC) は、がん病変に対する治療効果判定に用いられている。しかし、様々な要因で変動するため、同じ被検者を繰り返し測定してもバラツキが生じてしまう。ADC 測定の定量性と再現性を改善するためには、これらの依存性を予め決定しておくことが重要である。この問題を解決する手段として、一定の基準を示す ADC 評価用ファントムの開発が挙

げられる。本研究の目的は、がん病変に対する治療効果判定に利用できる悪性腫瘍を模擬した ADC 評価用ファントムを開発することである。

方法: はじめに、ADC 評価用ファントムおよび悪性腫瘍の ADC に関する文献を調査し、ファントム素材 (PEG) の組成・分子量から悪性腫瘍を模擬した ADC 評価用ファントムに適する体積モル濃度 [mol/L] を推定するシミュレーション解析を実行した。次に、ファントム素材 (PEG) を用いて悪性腫瘍を模擬した ADC 評価用ファントムを作製した。3.0 T-MRI 装置を用いて ADC 評価用ファントムの DWI データを取得し、ADC を解析した。これらの ADC 値が悪性腫瘍を模擬できているかどうかを過去の文献と照合して評価した。

結果: ファントム素材 (PEG) の分子量および濃度の増加に伴い、拡散係数 D は減少した。この関係式を用いて作製した ADC 評価用ファントムの実測値は文献値と近似した。

結論: 本研究では、悪性腫瘍を模擬した ADC 評価用ファントムの開発に取り組んだ。ファントム素材に PEG を採用し、目的に応じた分子量を選択した上で濃度を調整すれば、悪性腫瘍を模擬した任意の ADC 値を取得できる可能性がある。

MRI を用いた温度及び血流計測による骨格筋代謝イメージングの開発

渋川周平¹⁾、飛山義憲²⁾、臼井桂介¹⁾、坂本 肇¹⁾、家崎貴文¹⁾、京極伸介¹⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的: 骨格筋は遅筋線維と速筋線維に大別されるが、その筋繊維を鑑別できる画像診断法は確立されていない。骨格筋繊維の特徴や分布を把握できればスポーツ医学やヘルスケアへの貢献が期待できる。本研究は運動負荷に伴う骨格筋の温度上昇と血流増加に着目し、筋線維構造ではなく機能を画像化するアプローチを試みた。

方法: MRI において最も温度変化に対する時間分解能が高い方法は proton resonance frequency (PRF) と呼ばれる位相画像を利用した方法である。そこで水とポリビニールアルコールを封入したファントムを作成し、温度イメージング法の妥当性を検証した。2つのファントムの温度が変化する様子を PRF 法で撮像しながら光ファイバー温度計で実測を行い、PRF 法の精度を評価した。ボランティア実験では両下腿の前脛骨筋をターゲットとし、PRF 法と血流を評価する手法と

して T2* map を撮像した。撮像は dynamic scan とし 30sec の MRI 撮像を30回連続して繰り返した。この時、10回目の撮像までを静止した状態で行い、10-20回目の撮像では利き足の背屈運動を行った。20-30回目の撮像は再度静止した状態で行った。得られた画像から両下腿の前脛骨筋について T2* 値を計測し、左右の下腿を比較するため Mann-Whitney U test を行った。

結果・考察：ファントム結果より、PRF 法は時間分解能が高いが温度変化が小さい場合、感度が低いことが判明した。ボランティア実験では PRF 法では運動負荷による温度変化が認められず、温度変化が小さいと考えられた。一方、左右の前脛骨筋を比較すると運動負荷側では T2* map の変化が観察され、T2* 値が高くなることが判明した ($p < 0.05$)。また、運動負荷後に元に戻る様子が観察された。これらの T2* 値の増加は血流増加に伴うオキシヘモグロビンの増加に起因すると考えられた。

結論：本実験の背屈運動負荷では前脛骨筋の温度変化は確認されなかったが、一時的な血流増加があり、運動負荷終了後に徐々に緩和することが示唆された。

FDG-PET/CT 検査における CaLM を用いた至適画像再構成法に関する研究

津田啓介¹⁾、竹元省太²⁾、大貫弘二²⁾、谷本恵子²⁾、木村 聡²⁾、村上康二³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線部

³⁾ 順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線科

目的：FDG-PET/CT 検査において CaLM を用いた至適画像再構成条件を確立し、臨床 PET 画像データについて検討した。

方法：順天堂大学医学部附属順天堂医院において、2019年4月から2021年3月の間に血液内科および耳鼻咽喉・頭頸科にて FDG-PET/CT 検査を受けた患者を後ろ向きに解析し、呼吸運動の影響を受けない頭頸部領域へ FDG 集積がある49症例を対象とした。いずれの患者も検査前6時間以上の絶食をし、検査直前の血糖値は150 mg/dL 以下であった。本研究は、保健医療学部研究等倫理委員会（実施許可番号：00001）および医学部医学系研究等倫理委員会（実施許可番号：E21-0102-H01）で承認され実施した。一般診療にて実施された TOF-OSEM 法（PSF+、Iteration: 3、Subset: 10）で画像再構成された画像データを基準画像とし、画像データに CaLM の3つのパラメータ（Mild、Standard、Strong）を組み込んで画像再構成した。得られた画像データ（処理画像）に対して、定量的評価を行った。

定量的評価では、FDG の集積程度に応じて ROI を配置し、すべての画像に対して ROI のカウント数から SUVmax、CNR および CV 値を算出し、統計学的に比較検討した。統計解析は Dunnett 法を用い、基準画像を対照群とし、 $p < 0.05$ の場合、統計学的に有意と判断した。

結果：SUVmax は基準画像と比して、すべての処理画像において有意に高値を示した。CV については基準画像と比して、処理画像（Standard、Strong）において有意に低値を示し、その結果、CNR は当該画像において有意に高値を示した。また、処理画像（Standard、Strong）を比すると、処理画像（Standard）において効果的に統計ノイズが低減できていることが示された。

結論：FDG-PET/CT 検査において CaLM を用いた画像再構成法では、パラメータとして Standard が有用であると示唆された。

深層学習を用いた頭部単純撮影補助プログラムの開発

中世古和真¹⁾、小島慎也²⁾、福永一星¹⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 帝京大学医療技術学部診療放射線学科

目的：頭部単純撮影は、初期診断や術後の経過観測に利用されている検査である。単純撮影の中では再撮影の割合が多い。再撮影を行う場合、診療放射線技師は撮影画像から患者角度を読み取る。そのため、診療放射線技師は撮影画像と患者角度の関係性を理解することが求められる。しかし、これらの関係性を理解するには多くの経験が必要である。診療放射線技師がこの経験を補うために、これまで教育活動を行ってきた。しかし、これらの活動も大規模病院等の限られた病院でのみ行えることであり、小規模な病院では経験の浅い診療放射線技師が業務することで、検査時間の延長による患者負担が大きくなっている。そこで、本研究では患者撮影を行う際の撮影補助プログラムを提案する。

方法：提案手法では、頭部単純撮影画像から患者角度を推定して撮影時を想定した患者体位を導出する。頭部単純撮影画像は、頭部 CT 画像から2次元投影を得ることでシミュレーションした。シミュレーションで得られた頭部 X 線画像と回転角度とのペアを教師データとして学習を行った。学習モデルは ResNet とし、ReLU 関数を PReLU 関数に変更し、Dropout を追加した。患者データは、TCIA（The Cancer Imaging Archive）で公開されている45症例の X 線 CT 画像とした。深層学習では学習用に40例、検証用に5例とした。

結果：患者角度は上下方向、左右方向を推定した。学習の結果、左右方向は $0.56 \pm 0.36^\circ$ 、上下方向は $0.72 \pm 0.36^\circ$ の誤差であった。

結論：推定結果は2つの方向とも平均が 1° を下回っており良好な結果だった。角度による誤差は、学習用データに含まれる回転角度の組合せにより異なる。そのため、これらの傾向を検証した上で、適切なデータで学習されることで高い精度が見込める。今後、他の撮影方法に関しても同様のプログラムを開発することが課題である。

宇宙環境における食物への中性子線の影響

初田真知子¹⁾、山倉文幸¹⁾、長岡 功¹⁾、家崎貴文¹⁾、黒河千恵¹⁾、鎌田弥生^{1,2)}、重永綾子³⁾、川崎広明⁴⁾、大竹淑恵⁵⁾、竹谷 篤⁵⁾、高梨宇宙⁵⁾、若林泰生⁵⁾、池田啓一⁶⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部

²⁾ 順天堂大学大学院医学研究科環境医学研究所

³⁾ 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科スポーツ健康医科学研究所

⁴⁾ 昭和女子大学食健康科学部

⁵⁾ 理化学研究所中性子ビーム技術開発チーム

⁶⁾ 北陸大学薬学部

目的：月や火星などの深宇宙への有人探査において、食物資源への宇宙放射線の影響は重要な問題であるが、まだ十分に調べられていない。深宇宙の宇宙船内の環境では、1次宇宙線と宇宙船の壁との相互作用で発生する中性子線や γ 線などの2次放射線の影響が問題視されている。本研究の目的は、食肉への中性子線の影響として、食肉の放射化の影響及び食肉中のタンパク質及び脂質の酸化修飾を調べることである。また、生体における放射線の影響として重要であるとされている水の役割を明らかにするため、凍結乾燥させた肉

と生肉との比較実験を行う。

方法：理研小型中性子源システム RANS により、1～5MeV の高速中性子を、0.01～4Gy までの9通りの放射線量で食肉サンプルに照射する。順天堂大学生体分子研究室の低温室にて、凍結乾燥装置を用いて凍結乾燥肉と生肉サンプルを作成する。放射化分析として、GM 管による β 線及び γ 線の線量計測、及びゲルマニウム検出器による γ 線スペクトルの検出を行う。生化学分析としては、ウェスタンブロッティングによるタンパク質・脂質の酸化修飾のシグナルの検出、及び液体クロマトグラフィータンデム質量分析装置によるタンパク質の同定を行う。

結果：凍結乾燥21時間後の肉サンプルでは、74.5%の質量相当の水分(8個平均)が蒸発した。中性子4Gy照射直後の生肉の放射線計測値は背景値の約30倍で、凍結乾燥肉の値は生肉の値よりも大きかった。 γ 線スペクトルにおいて特定の放射性核種のピークが存在し、肉に含まれる元素が中性子照射で放射化されることがわかった。生化学分析において、6ニトロトリプトファン(アミノ酸の窒素化修飾)及び4ヒドロキシ3ノネナル(脂質の酸化修飾)の検出で、中性子照射量と酸化・窒素化修飾との相関が得られた。中性子照射量の増加に伴い修飾も増加するが、1Gyを越えると修飾が飽和や減少する場合もあった。プロテオーム解析により、修飾タンパク質の種類と修飾の位置を特定したところ、アクチン、ミオシンなどの筋原線維の修飾を確認した。

結論：食肉への中性子照射は、放射化からタンパク質・脂質の酸化修飾にいたる幅広い影響を与えることがわかった。それぞれの反応過程を解明、及び様々な食物資源に対する宇宙環境の影響を調べることは極めて重要であり、今後の課題とする。

2022年版 保健医療学部教員の代表的な研究・教育活動 保健医療学部教員の、この1年の主たる活動を1つ選び紹介します

代田 浩之 (だいだ ひろゆき)

保健医療学部 学部長

Naito R, et al. Relation of Serum Lipoprotein(a) Levels to Lipoprotein and Apolipoprotein Profiles and Atherosclerotic Diseases in Japanese Patients with Heterozygous Familial Hypercholesterolemia: Familial Hypercholesterolemia Expert Forum (FAME) Study. *J Atheroscler Thromb.* 2022; 29(8): 1188-1200.

藤原 俊之 (ふじわら としゆき)

保健医療学部理学療法学科 学科長

Ishiwatari M, et al. Prediction of gait independence using the trunk impairment scale in patients with acute stroke. *Ther Adv Neurol Disord.* 2022; 15: 17562864221140180.

京極 伸介 (きょうごく しんすけ)

保健医療学部診療放射線学科 学科長

Usui K, et al. Image Quality Improvement for Chest Four-Dimensional Cone-Beam Computed Tomography by Cycle-Generative Adversarial Network. *Med Imag Tech.* 2022; 40(2): 37-47.

高橋 哲也 (たかはし てつや)

保健医療学部理学療法学科 副学科長

Morisawa F, et al. Association between physiotherapist burnout and working environment during the coronavirus disease 2019 pandemic in Japan: A multicenter observational study. *PLoS One.* 2022; 17(9): e0275415.

坂野 康昌 (さかの やすあき)

保健医療学部診療放射線学科 副学科長

Sakano Y, et al. Historical development of medical imaging along with the Japanese radiological education system in three stages. The 22nd International Society of Radiographers and Radiological Technologists (ISRRT), Bangkok, 2022年12月.

池田 浩 (いけだ ひろし)

保健医療学部理学療法学科 教授

池田 浩 (編著). *PT・OTの整形外科学*. 文光堂, 2022.11.01.

坂井 建雄 (さかい たつお)

保健医療学部理学療法学科 特任教授

Sakai T, Morimoto Y. The history of infectious diseases and medicine. *Pathogens.* 2022;11(10):1147.

須藤 路子 (すどう みちこ)

保健医療学部理学療法学科 特任教授

Sudo M, et al. Effects of physical exercises on the development of language abilities in preschoolers. *J Phys Fit Sports Med.* 2022; 11(6): 398.

眞壁 寿 (まかべ ひとし)

保健医療学部理学療法学科 教授

Kaneko K, Makabe H. Correlation Between Skin Autofluorescence and Muscle Activities of Lower Limb in Aging Without Disease and Disability. *Gerontol Geriatr Med.* 2022. doi: 10.1177/23337214221140225

相澤 純也 (あいざわ じゅんや)

保健医療学部理学療法学科 先任准教授

Aizawa J, et al. Cross-sectional study on relationships between physical function and psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022; 14(1): 97.

松田 雅弘 (まつだ ただみつ)

保健医療学部理学療法学科 先任准教授

松田雅弘, 他. 子どもの歩行障がい者に対する屋外移動・スポーツ活動を目的に製作した歩行器の検証. *支援工学理学療法学会誌.* 2022; 1(1): 31-38.

山口 智史 (やまぐち ともふみ)

保健医療学部理学療法学科 先任准教授

Takano K, et al. Changes in Corticospinal Excitability and Motor Control During Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation in Healthy Individuals Cerebellum. 2022. doi: 10.1007/s12311-022-01469-2.

齊藤 正和 (さいとう まさかず)
保健医療学部理学療法学科 准教授

Saitoh M, et al. Remote Cardiac Rehabilitation in Older Cardiac Disease: A Randomized Case Series Feasibility Study. *Cardiol Res.* 2022; 13(1): 57-64.

飛山 義憲 (ひやま よしのり)
保健医療学部理学療法学科 准教授

飛山義憲. 人工膝関節置換術および術前後のリハビリテーションは健康寿命を延伸させるか? 科学研究費助成事業 2022 ~ 2025 年度基盤研究 (C).

森沢 知之 (もりさわ ともゆき)
保健医療学部理学療法学科 准教授

Morisawa T, et al. Hospital-Acquired Functional Decline and Clinical Outcomes in Older Cardiac Surgical Patients: A Multicenter Prospective Cohort Study. *J Clin Med.* 2022; 11(3): 640.

和田 太 (わだ ふとし)
保健医療学部理学療法学科 准教授

Mizuno S, et al. Sarcopenia Is Associated with Fecal Incontinence in Patients with Dysphagia: Implication for Anal Sarcopenia. *J Nutr Health Aging.* 2022; 26(1): 84-88.

宮森 隆行 (みやもり たかゆき)
保健医療学部理学療法学科 講師

宮森隆行, 他. エビデンスに基づく膝前十字靭帯再建術後の管理とリハビリテーション. *順天堂保健医療学雑誌*, 2022; 3(1): 10-26.

作山 晃裕 (さくやま あきひろ)
保健医療学部理学療法学科 助教

Sakuyama A, et al. Effects of Exercise Training on the Renin-Angiotensin System in the Kidneys of Dahl Salt-Sensitive Rats. *Med Sci Sports Exerc.* 2022; 54(7): 1105-1113.

澤 龍一 (さわ りゅういち)
保健医療学部理学療法学科 助教

Sawa R, et al. Environmental hazards as risk factors for trips and slips at home among Japanese older people: A pilot study toward the development of a self-assessment tool for the home environment. *Geriatr Gerontol Int.* 2022; 22(4): 305-310.

高橋 容子 (たかはし ようこ)
保健医療学部理学療法学科 助教

Takahashi Y, et al. Relationship between spinal reflexes and leg motor function in sub-acute and chronic stroke patients. *Clin Neurophysiol.* 2022; 138: 74-83.

中村 絵美 (なかむら えみ)
保健医療学部理学療法学科 助教

中村絵美, 他. 中学野球選手におけるウェアラブルデバイスを用いた投球時パラメータの特徴-硬式と軟式の比較. 第33回日本臨床スポーツ医学会学術集会, 札幌, 2022年11月

藤野 雄次 (ふじの ゆうじ)
保健医療学部理学療法学科 助教

Fukata K, et al. Early incidence and factors affecting recovery from lateropulsion after acute hemispheric stroke. *Ann Phys Rehabil Med.* 2022; 66(4): 101706.

春山 幸志郎 (はるやま こうしろう)
保健医療学部理学療法学科 特任助教

Haruyama K, et al. COVID-19 pandemic and the international classification of functioning in multiple system atrophy: a cross-sectional, nationwide survey in Japan. *Sci Rep.* 2022; 12(1): 14163.

坂本 肇 (さかもと はじめ)
保健医療学部診療放射線学科 教授

Sakamoto H, et al. Monitoring and protection against radiation dose to eyes of operators performing neuroendovascular procedures: A nationwide study in Japan. *J Neuroendovascular Ther.* 2022; 16(7): 354-360.

高橋 昌哉 (たかはし まさや)

保健医療学部診療放射線学科 教授

高橋昌哉. パーキンソン病関連脳内代謝物の定量解析のための新規分子 MRI 法 (CEST 法) の開発. 科学研究費助成事業 2022 ~ 2027 年度国際共同研究強化 (B).

中西 淳 (なかにし あつし)

保健医療学部診療放射線学科 教授

中西 淳 (座長). 教育講演: Age-dependent disease. 第 35 回頭頸部放射線研究会, 東京, 2022 年 9 月.

初田 真知子 (はつだ まちこ)

保健医療学部診療放射線学科 教授

Hatsuda M, Siegel W. Open F-branes. J High Energ Phys. 2022; 73.

家崎 貴文 (いえさき たかふみ)

保健医療学部診療放射線学科 先任准教授

Watanabe M, et al. Chronic magnesium deficiency causes reversible mitochondrial permeability transition pore opening and impairs hypoxia tolerance in the rat heart. J Pharmacol Sci. 2022; 148(2): 238-247.

後藤 政実 (ごとう まさみ)

保健医療学部診療放射線学科 先任准教授

Goto M, et al. Advantages of Using Both Voxel- and Surface-based Morphometry in Cortical Morphology Analysis: A Review of Various Applications. Magn Reson Med Sci. 2022; 21(1): 41-57.

黒河 千恵 (くろかわ ちえ)

保健医療学部診療放射線学科 准教授

黒河千恵. Versa HD Signature を用いた多発性転移性脳腫瘍に対するHDRS の初期経験. 第6回 Radiotherapy Web Symposium. 2022 年 4 月.

佐藤 英介 (さとう えいすけ)

保健医療学部診療放射線学科 准教授

Sato E, et al. Scope of practice, education, and license systems of radiological technologists in Asia: A cross-sectional study. Japanese Journal of Education for Radiological Technology. 2022; 10: 7-11.

津田 啓介 (つだ けいすけ)

保健医療学部診療放射線学科 准教授

津田啓介. 認証制度の概要. PET サマーセミナー 2022, 甲府, 2022 年 7 月.

室井 健三 (むろい けんぞう)

保健医療学部診療放射線学科 准教授

Kim E, et al. Dose Reduction and Image Quality Optimization of Pediatric Chest Radiography Using a Tungsten Filter. Bioengineering (Basel). 2022; 9(10): 583.

臼井 桂介 (うすい けいすけ)

保健医療学部診療放射線学科 講師

Usui K, et al. A cycle generative adversarial network for improving the quality of four-dimensional cone-beam computed tomography images. Radiat Oncol. 2022; 17(1): 69.

中世古 和真 (なかぜこ かずま)

保健医療学部診療放射線学科 講師

Nakazeko K, et al. Estimation of patient's angle from skull radiographs using deep learning. J Xray Sci Technol. 2022; 30(5): 1033-1045.

小山 和也 (こやま かずや)

保健医療学部診療放射線学科 講師

小山和也. 日本核医学会PET 撮像施設認証制度令和4 ~ 5 年度画像評価員.

渋川 周平 (しぶかわ しゅうへい)

保健医療学部診療放射線学科 助教

Shibukawa S, et al. Subcortical morphometry and magnetic susceptibility analysis in major depression disorder. Neuro2022, 沖縄, 2022 年 6 月.

福永 一星 (ふくなが いっせい)

保健医療学部診療放射線学科 助教

Fujita S, et al. Rigid real-time prospective motion-corrected three-dimensional multiparametric mapping of the human brain. Neuroimage. 2022; 255: 119176.

堀 拳輔 (ほり けんすけ)

保健医療学部診療放射線学科 助教

Hori K, et al. Geometrical relationship estimation between X-ray source and detector for mobile tomosynthesis. 2022 IEEE Medical Imaging Conference, Milan, 2022 年 11 月.

鍵山 暢之 (かぎやま のぶゆき)

デジタルヘルス遠隔医療研究開発講座 准教授

Kagiyama N, et al. Impact of a telemedicine system on work burden and mental health of healthcare providers working with COVID-19: a multicenter pre-post prospective study. JAMIA Open. 2022; 5(2): ooac037.

順天堂保健医療学雑誌

Juntendo Health Science Journal

投稿規程

I. 投稿論文と投稿資格

すべての投稿論文は、保健医療学ならびにこれに関連のある領域とし、投稿者は、以下の者に加え編集委員会が認めた者とする。

1. 順天堂大学保健医療学部の専任教員および非常勤教員
2. 順天堂大学教員（非常勤を含む）、学生、本学医学部附属病院勤務の理学療法士および診療放射線技師

II. 著者資格

著者とは、投稿された論文に重要な知的貢献をした者である。研究活動に十分に参加し、原稿の作成に関与し、論文の内容について責任を負える者である。資金の獲得、データ収集等の部分的な助言のみを行った者は著者には当たらない。尚、共著者は投稿前に最終原稿を読み、投稿を許可してから責任著者が投稿する。

III. 原稿の種類

原稿の種類は、総説・論説・原著・研究報告・実践報告・資料・その他であり、内容は次の通りである。

総説：テーマについては編集委員会で決定する。

学内外の専門家に依頼することとする。

（原則毎年であるが、ない場合も認める）

論説：特定のテーマに関する自説、展望、提言を論述したものとする。

原著：論理的かつ明確な構想に基づき、独自のデータから得られた研究結果を基に、新しい知見が論理的に示され、独創性があり、学術的な意義が明らかであるものとする。

研究報告（症例報告を含む）：内容的に原著論文には及ばないが、研究結果の意義が大きく、発表の価値が認められるものとする。

実践報告：教育活動、順天堂大学医学部附属6病院の実習の報告などで、教育・実習の向上および発展に寄与し、発表の価値が認めら

れるものとする。

資料：有用な調査データや文献等に検討を加えたもので発表の価値が認められるものとする。

その他：編集委員会が認めたもの、および以下とする。

- ・学内外活動報告（学生教育、臨床実習等）
- ・学会報告・学術講演（国内・国外）
- ・クラブ活動等
- ・合同学生部委員会での活動報告

IV. 倫理的配慮

人および動物が対象である研究は、投稿者が所属する施設等の研究倫理審査委員会で承認されたものでなければならない。尚、本文中には承認を受けた旨を記載する。

V. 利益相反

投稿時から遡って過去1年以内に発表内容に関係する企業・組織または団体との利益相反となるような経済的支援を受けた場合は、論文の謝辞等の後にその旨を記載する。利益相反がない場合は「本研究（本症例報告）における利益相反は存在しない」と記載する。

VI. 執筆要領（和文）

1. 原稿の書式

原稿のサイズはA4判とし、フォントは明朝体を使用し、文字の大きさは12ポイント、余白は25mmで印字する。原稿提出の際は、表紙には論文題目のみを記載し、①オリジナル原稿（Word）、②査読用原稿（PDF）を提出する。

2. 原稿の長さ

投稿原稿の1編は、論文の種類に関わらず、本文、図・表、文献を含めて原則以下の字数以内とする。超過した場合は、所要経費を著者負担とする。尚、刷り上がりの1頁の文字数は1,600字（目安）とする。

*総説 10,000字

*論説 3,000～8,000字

- *原 著 13,000字
- *研究報告 11,200字
- *実践報告 11,200字
- *資 料 11,200字
- *そ の 他 11,200字

3. 原稿の構成

- 1) 執筆要領：原稿は、編集委員会が指定したテンプレートを使用し作成することとする。書式は、以下の原則による。
- 2) 投稿申請書
論文題目、著者名、所属を和文および英文で記し、希望する論文の種類、連絡先、利益相反、倫理的配慮に関する事項を書式に従って記載する。
- 3) 表紙
表紙には、論文題目（和文、英文）のみを記載する。
- 4) 要旨
要旨は原則すべて和文要旨（500字程度）、英文要旨（300 words程度）、5個以内のキーワード（日本語、英語）を記載する。

4. 本文

- 1) 構成は、原則として緒言（背景と目的）、方法、結果、考察、結論の順とする。
- 2) 各章の見出し番号は、1、1）、(1)の順とする。
- 3) 数値の単位については国際単位系（SI）を用いる。
- 4) 略語は慣用のものとする。一般的でない略語を用いる場合は、論文の初出のところで正式用語とともに提示する。

5. 図・表の作成

図・表は本文とは別にし、図1、表2などの番号および表題・説明を付ける。写真は図として取り扱い、図や写真は十分な解像度（概ね600dpi以上）に設定の上、JPEG形式またはTIFF形式で保存し、PowerPointやWordに貼付する。図・表を文字数に換算する目安として、A4最大の大きさを1600文字、A4半分程度を800文字とする。

6. 引用文献

引用文献は、印刷されたもの、入手可能なものが望ましい。ウェブページやPDFファイルからの引用は、そのページのリファレンスとしてURLが変化せず、誰でも閲覧可能であるなどの要件を

十分検討した上で提示する。文献は文中で引用された順に番号を付けることとし、上付きカッコで、¹⁾、²⁾、³⁾などと記載する。文献が複数にわたる場合には、^{1,2)}や¹⁻³⁾と記載する。引用文献リストは著者グループが複数の場合、6名まで記載し、7名以上の場合は著者6名の後に「他」と表示する。

<引用文献一覧例>

1) 単行書

著者名：書籍名．版表示．出版地．出版社．出版年：始頁～終頁

- (1) 松尾豊：人工知能は人間を超えるか－ディープラーニングの先にあるもの．東京．KADOKAWA. 2015: 50～53.

2) 翻訳書

原著者名，翻訳者名（訳），翻訳書名．版表示．出版地．出版社．出版年：始頁～終頁．

- (2) Esping-Andersen G, 林昌宏（訳），アンデルセン、福祉を語る－女性・子ども・高齢者．東京．NTT出版．2008: 100～102.

3) 雑誌掲載論文

著者名：論文名．誌名．出版年：巻数：始頁～終頁

(和文)

- (3) 香本晃良，崔龍洙，江端望，渡辺由紀子，松尾美紀，片山由紀，他：黄色ブドウ球菌におけるRNAポリメラーゼ遺伝子の突然変異はLinezolidの高感受性化に関連する．順天堂医学．2012: 58: 498～450.

(英文)

- (4) You WC, Blot WJ, Li JY, Chang YS, Jin ML, Kneller R, et al: Precancerous gastric lesions in a population at high risk of stomach cancer. Cancer Res. 1993; 53: 1317-1321.

4) ウェブページからの引用

著者名：ウェブページの題名，ウェブサイトの名称．入手先，入手日付．

- (5) 未来投資戦略2018－「Society5.0」「データ駆動型社会」への変革－．https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf, 2019年2月26日.

- (6) American Cancer Society. Cancer Facts & Figures 2003. <https://www.adph.org/ascr/assets/AlaCancer>

VII. 著者が負担すべき費用

掲載料は無料とする。尚、著者には PDF を送付する。ページを超過した場合は別途著者負担とする。

VIII. 執筆要領（英文）

1. 原稿の書式（Style for manuscripts）

原稿は、編集委員会が指定したテンプレートを使用し作成することとする。書式は、以下の原則による。すべての投稿は A4用紙に上下左右25mm以上の余白を設け、半角80字×40行に設定し、文字の大きさは12ポイント、フォントは Times New Roman を使用する。英文は原則としてネイティブチェックを受けることが望ましい。

Manuscripts should be formatted according to the template specified by the editorial committee. The format should follow the principles outlined below. All submissions must be typed on A4 or 8.5" x 11" paper. Leave margin of at least 1 inch at the top, bottom, right, and left of every page. Set the lines as 80 strokes × 40 lines. The font should be 12-point-sized Times New Roman.

2. 原稿の長さ (Maximum permissible number of words)

英文による投稿は、文献、注、図・表を含め、総説4,000語、論説4,000語、原著6,500語、研究報告5,600語、実践報告5,600語、資料5,600語、その他5,600語を超えないものとする。

Review articles and Editorials should not exceed 4,000 words

Original articles should not exceed 6,500 words

Research reports should not exceed 5,600 words

Documents and others should not exceed 5,600 words including references, footnotes, tables, and figures

3. 原稿の構成（Composition for manuscripts）

表紙を作成し、英語のキーワード（5つ以内）、タイトル、氏名、所属を記入する。原則すべてに英文で300 words 程度の要約を記載する。

The first page of the manuscripts should be a cover sheet that includes 5 or less keywords, the title, and author's name along with affiliation. The author's name and identifying references should appear only on the cover sheet. All articles should be attached with an abstract (300 words around in English).

IX. 論文の採否

投稿論文は査読を行い、編集委員会が論文の採否、掲載順序を決定する。

X. 校正

著者校正は初校のみとし、この際大幅な加筆修正は認めない。

XI. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は、順天堂大学保健医療学部に帰属し、本学部が電子化の権利を有する。

XII. 原稿の提出方法および提出先

1. 提出方法

以下2点の提出を要する。

①オリジナル原稿（Word）

画像がある場合は JPEG 形式または TIFF 形式で保存し、原稿に貼付する。

②査読用原稿（PDF）

2. 提出先・問い合わせ先

〒113-0033 東京都文京区本郷3-2-12

順天堂保健医療学雑誌編集委員会

TEL: 03-3812-1780

Mail: j-fhs@juntendo.ac.jp

原則 E-mail による投稿のみ受け付ける。

編集後記

順天堂保健医療学雑誌：Juntendo Health Science Journal の第4巻をお届けする運びとなりました。代田学部長による巻頭言にもありますように、本学部は2022年度に完成年度を迎え、第1期の卒業生を輩出することができました。本号では第1期生による卒業研究を、原著論文3編、研究報告1編という形で掲載することができました。また、実践報告として、学会発表の報告2編、海外研修の報告2編も掲載されております。ご指導いただいた教員の先生方はもちろん、お忙しい中、査読の労を快くお引き受けいただいた学部内外の先生方に深く感謝申し上げます。特に原著論文の査読に際しては、詳細かつ適切なお指摘をいただき、学术论文としての質の担保に大いに貢献していただいたと考えております。この場をお借りして重ね重ね御礼申し上げます。これら、本学部の学生達による活発な研究活動以外にも、教員による研究報告や、医療漫画の監修に関連した論説、恒例となりました本学部主催の市民公開講座の実践報告、学部における共同・奨励研究の抄録、教員の自選による2022年度の代表的な業績報告も併わせて掲載されており、2022年度の学部全体の活動をよく反映できたのではないかと考えております。また、本号より学術的な図表以外にもできる限りカラーの図表や写真を掲載することといたしました。本学部の教育・研究活動の様子をより生き生きとお伝えすることができれば幸甚です。最後になりましたが、お忙しい中、原稿をお寄せいただいた諸先生方に深く感謝申し上げますとともに、今後とも忌憚のないご意見、ご批判、ご叱正をいただくようお願い申し上げます。

2023年3月

図書・紀要委員会委員長
家崎貴文

編集委員

委員長 家崎 貴文
副委員長 森沢 知之
委員 臼井 桂介
宮森 隆行
作山 晃裕
渋川 周平
森本 ゆふ
(事務)

順天堂保健医療学雑誌

JUNTENDO HEALTH SCIENCE JOURNAL

第4巻 第1号

2023年3月31日発行

2020年創刊

発行人 順天堂大学保健医療学部

〒113-8421 東京都文京区本郷2-1-1 順天堂大学内
順天堂保健医療学雑誌編集委員会：電話 03-3812-1780

E-mail j-fhs@juntedo.ac.jp

編集・印刷：株式会社広稜社

〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-25 4F
電話 03-3868-3352



Juntendo University Faculty of Health Science Mar. 2023 vol.4