



Juntendo Health Science Journal

順天堂保健医療学雑誌

vol.

3

順天堂大学保健医療学雑誌第3巻第1号

目次

巻頭言

保健医療学雑誌第3巻発行にあたって.....	代田 浩之.....	1
------------------------	------------	---

論説

骨格筋の解剖学と医学の歴史.....	坂井 建雄.....	2
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.....	宮森 隆行 他.....	10
医療系教育機関とメディアとの関りについて考える ー TV ドラマを監修した経験からー.....	佐藤 英介.....	27
保健医療学部における ICT を活用した教育の取り組み.....	住瀬 洋二 他.....	32

実践報告・その他

東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会における 選手村ポリクリニックでの理学療法サービス.....	相澤 純也 他.....	37
COVID-19 感染症への放射線部の取り組み.....	木暮 陽介.....	41
順天堂医院における COVID-19 感染症患者へのリハビリテーション治療 ー 第 5 波までの実践報告ー.....	亀山 啓博 他.....	46
2021 年度保健医療学部市民公開講座の実践.....	臼井 桂介.....	52
「歩くを AI するー歩くをあいするー」.....	松田 雅弘.....	55
医療で活躍する AI AI が支える放射線診断.....	中世古和真.....	58
内田篤人氏 特別講演会報告.....	中村 絵美.....	61
2019 年度保健医療学部共同研究・奨励研究抄録.....		63
2020 年度保健医療学部共同研究・奨励研究抄録.....		69
2021 年版 保健医療学部教員の代表的な研究・教育活動.....		77

投稿規程.....		81
-----------	--	----

編集後記.....		84
-----------	--	----

順天堂保健医療学雑誌第3巻発行にあたって

新型コロナウイルスのオミクロン株流行による第6波もようやく下降傾向に転じて、蔓延防止対策が解除されようとしている。振り返ってみると保健医療学部開設3年目の2021年も新型コロナウイルスの感染予防対策に追われた年だったが、2020年に比べてみると少し余裕を持って対応できたように感じている。さて、順天堂保健医療学雑誌も第3巻の発行を迎え、この巻では4つの論説と7つの実践報告そして研究報告で構成されている。まず、坂井教授の骨格筋の解剖学に関する論説、宮森講師の前十字靭帯再建術後のリハビリテーションの論説で始まり、さらに本年度の活動を象徴する東京2020オリンピック・パラリンピックへの貢献、COVID-19への取り組み、ICTを活用した教育、そしてテレビドラマ“ラジエーションハウス”制作協力などが掲載されている。新型コロナウイルスの流行下で開催された東京オリンピックでは当学部から4名の理学療法教員が会場や選手村で支援活動を行った。感染対策が徹底され、無観客で行われた歴史に残るオリンピック・パラリンピックである。順天堂医院のCOVID-19対応は高橋和久院長の指導下でCOVID-19チームが構成され、きわめて効率的に機能したが、そのチームメンバーとしてリハビリテーション部亀山理学療法士と放射線部木暮課長の報告がされている。この感染症の流行をきっかけに急速に普及した遠隔授業とIOT活用については、教務課の住瀬主任が投稿してくれている。新型コロナウイルスの流行は、私たちの教育手法を一気に転換させたが、今後さらにどのように発展させていくかは私たちの工夫にかかっている。テレビドラマ“ラジエーションハウス”は昨年初めて放送され、好評で診療放射線技師の認知度を高めてくれたが、今回はその第2弾で佐藤准教授が制作に協力している。“ラジエーションハウス”はもともと集英社のコミックからスタートしているが、今3月から今度は理学療法士を主人公にした“境界のエンドフィール”というコミックが集英社のアプリ版で連載開始になったことも報告しておきたい。

この巻の最後には2021年の教員の活動報告がまとめられている。活発な研究・教育・臨床あるいは社会活動を振り返り、来年度に向けて新たな出発をするきっかけになるかと思っている。

第3巻の盛りだくさんの内容をぜひ楽しんで貰いたい。

2022年3月吉日
保健医療学部学部長
代田浩之

骨格筋の解剖学と医学の歴史

坂井建雄

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

骨格筋の解剖学には、古代から始まる長い歴史がある。古代ローマのガレノスは動物を解剖して現存する最古の解剖学書を著し、全身の骨格筋を記述した。16世紀のヴェサリウスは『ファブリカ』(1543)で解剖図を用いて骨格筋を含む人体の構造を正確に描写した。17世紀にボアンは骨格筋に固有の名称を与え、ボレリは骨格筋による身体の運動を力学的に説明しようとした。17～18世紀には骨格筋のモノグラフが著され、筋肉人の解剖図が描かれた。19世紀には顕微鏡の観察で骨格筋の組織構造が明らかになった。20世紀には骨格筋の収縮タンパク質による収縮機構が明らかにされ、理学療法学の基礎としての運動学が登場した。1990年代以降には、生活の質を確保するために骨格筋の重要性が認識されている。骨格筋の解剖学には、単離筋標本を用いて骨格筋の内部構造を明らかにするなど、多くの課題がまだ残されている。

キーワード：骨格筋、解剖学、医学史、解剖図、単離筋標本

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 2-9頁, 2022年

骨格筋 skeletal muscle は、骨格に付着して身体を動かす筋肉である。人体には数多くの骨格筋があり、名称で229個、実数では600個ほどで、体重に占める割合は男性で35%、女性で25%ほどと見積もられている。

骨格筋の役割の第1は、骨格を牽引して全身を動かして日常生活活動 (activity of daily living, ADL) を可能にすることである。骨と筋肉は身体の土台を作るもので、医学の教育において最初に学習するが、数多くの解剖学用語の記憶を強いられるためにややハードルが高い。最近は運動競技のパフォーマンスを高めたり、身体の衰えを予防し健康を維持するために、筋トレが好んで行われ、骨格筋が注目を集めている。

骨格筋の解剖学は長い歴史をもつ。古代ローマのガレノスは人体に代わるものとしてサルなどの動物を解剖し、現存する最古の解剖学書『解剖手技』15巻や、『筋の解剖について初心者のために』を著した。16世紀のヴェサリウスは人体を解剖して『ファブリカ』(1543)を著し、全身の骨格筋を精細な12枚の筋肉人の解剖図で表現した。本稿では、最近の医学史研究の知見に基づいて、骨格筋の解剖学と医学の歴史を、5つの時代に分けて紹介する^{1) 2)}。

1. 古典時代 (古代～15世紀)

西洋医学は古代ギリシアのヒポクラテス Hippocrates (BC460-370) から始まる。ヒポクラテスは名医とし

て尊敬され、弟子や周辺の人物による約70編の文書が『ヒポクラテス集典 Corpus Hippocraticum』として残されている³⁾。「骨折について」の8節では上腕の筋肉について言及し、「関節について」の第30節では「こめかみの筋」(側頭筋)と「咬む筋」(咬筋)の名前を挙げているが、個々の筋についての記述は乏しい。(図1)

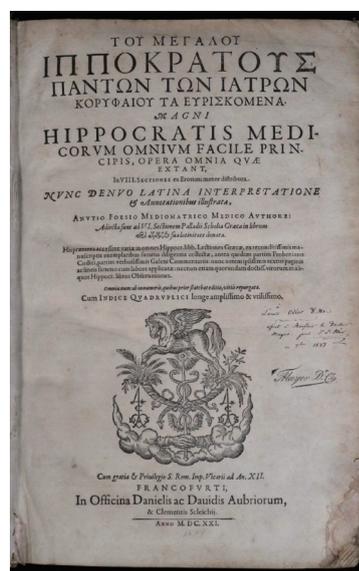


図1 『ヒポクラテス集典』フランクフルト、1621刊。坂井建雄蔵。

ペルガモン (現在のバルガマ、トルコ) 生まれのガレノス Galen (129-216) は、古代ローマの傑出した医

責任著者：坂井建雄

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丁目1番1号

E-mail: tatsuo@juntendo.ac.jp

師である。多数の動物の解剖を行い、古代の医学を集大成して医学のさまざまな領域（医学一般、自然学、解剖学、生理学、養生法、疾患学、徴候学、治療学、薬剤学）にわたる膨大な著作を残した。ガレノスの著作は後世に伝えられ、中世・ルネサンス期にガレノスは「医師の君主」として尊敬された⁴⁾。

ガレノスはいくつかの解剖学書を残している。『身体諸部分の用途について De usu partium』17巻はガレノスの解剖学の主著で、あらゆる器官に果たすべき役割があることを述べている。『解剖手技 De anatomicis administrationibus』15巻は、『身体諸部分の用途』の配列に準じて解剖の方法を述べている。また骨、静脈と動脈、神経、筋の解剖について各論的な著作がある。これらは現存する世界最古の解剖学書である。(図2)

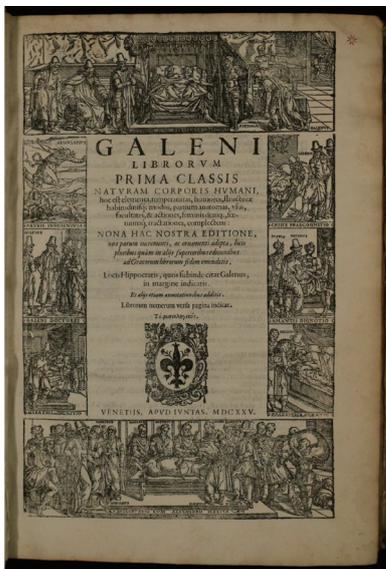


図2 『ガレノス全集』ヴェネツィア、1625刊。坂井建雄蔵。

[ガレノスによる骨格筋の解剖学]

ガレノスの『筋の解剖について初心者のために De musculorum dissectione ad tirones』では、筋の総論に続いて、全身の筋が個別に、頭部、頸部、上肢、体幹、下肢の順に記述されている。この著作で述べられている筋はサルのものであるが、その大部分は人と共通であり、一部にサル独特の筋がある。記述されている筋は位置、起始と停止、働きなどから同定することができる。筋肉には原則として固有の名称が与えられておらず、名前と呼ばれているのは、側頭筋（こめかみの筋）、咬筋（咬む筋）、広頸筋（平らな筋）、母指内転筋（アンティケイル）、精巣挙筋（クレマステル）の5つのみである⁵⁾。

頭部では表情筋、外眼筋の6本、咀嚼筋の4本が見いだされている。肩甲骨に停止する筋では、僧帽筋（上・中部、下部）、菱形筋、肩甲挙筋、前鋸筋という主要

なもの他に、サルに特有の筋も記述されている。頭を動かす筋では胸鎖乳突筋に加えて、後頭部の筋についての記述が詳細である。頸部では舌骨下筋群、喉頭の筋群、舌骨上筋群、舌筋群、咽頭の筋群、斜角筋群が区別されている。

上肢では、近位部の筋が働きによってまとめられ、肩甲骨を動かす筋、肘の関節を動かす筋として扱われる。遠位部の筋は部位によってまとめられ、前腕の筋、手の筋として扱われる。

体幹の筋では、呼吸運動を行う胸壁の筋、背部の筋、腹壁の外側部の筋と腹直筋、骨盤部の会陰の筋と肛門の筋が述べられている。

下肢では、近位部の筋が働きによってまとめられ、股関節を動かす筋、膝関節を動かす筋として扱われる。遠位部の筋は部位によってまとめられ、下腿の筋、足の筋として扱われる。(表1)

[ガレノス以後の医学]

ローマ帝国の東西分裂(395)以後は、コンスタンティノーブル（現在のイスタンブール）がビザンツ帝国の首都になり、ローマの文化と医学を継承した。ガレノスの医学はさらにオリエントに伝えられてシリア語やアラビア語に訳されて、イブン・スィナー Ibn Sina (アヴィセンナ Avicenna; 980-1037) の『医学典範 Liber canonis』などの医学書が編まれた。

中世のヨーロッパでは10世紀後半に、南イタリアのサレルノに医学校が生まれて多くの医師を育てた。またアラビア語やギリシア語の医学書が相次いでラテン語に翻訳され、12世紀後半からはフランスのモンペリエ、パリ、イタリアのボローニャ、パドヴァに大学ができて医学が教えられた。これら中世大学では講読(古代のテキストの朗読、注釈)と討論(問題提示、反論、結論)の形式のスコラ学的な授業が行われた。医学の教材としては、サレルノで編まれた教材集『アルティチェラ Articella』、アヴィセンナの『医学典範』がよく用いられた⁶⁾。中世の大学では人体解剖が行われるようになり、モンディーノ Mondino de Luzzi (1275-1326) は人体解剖の内容を『解剖学 Anathomia』として著し、標準的な解剖学書として16世紀まで広く用いられた⁷⁾。

2. 西洋伝統医学（16-18世紀）

15世紀中葉に活版印刷が開発されて、少数で手稿本を模した揺籃期本 incunabula が出版されていたが、16世紀に入るところからパンフレットなど大量の印刷物が製作されるようになり、ルターによる宗教改革を後押しした。この印刷技術による情報革命は、医学にも

表1 ガレノス『筋の解剖について初心者のために』で取り上げられる骨格筋

-
- 1) 頭頸部の筋
- ・顔面筋：前頭筋、後頭筋、頬骨眼輪筋、鼻唇筋*1、頬筋、オトガイ筋、広頸筋
 - ・咀嚼筋：側頭筋、咬筋、外側・内側翼突筋
 - ・眼筋：上直筋、下直筋、内側直筋、外側直筋、上・下斜筋、眼球後引筋*2
 - ・舌筋：内舌筋、舌骨舌筋、オトガイ舌筋、茎突舌筋
 - ・咽頭筋：中咽頭収縮筋、下咽頭収縮筋
 - ・喉頭筋：輪状甲状筋、後輪状披裂筋、外側輪状披裂筋
 - ・頸部の筋：胸鎖乳突筋（胸骨乳突筋、鎖骨乳突筋、鎖骨後頭筋）*3、斜角筋（長斜角筋、前短斜角筋、後短斜角筋）*4、頭長筋と頸長筋
 - ・後頭下の筋：大後頭直筋、小後頭直筋、上頭斜筋、下頭斜筋
 - ・舌骨上筋群：顎舌骨筋、オトガイ舌骨筋、顎二腹筋、茎突舌骨筋
 - ・舌骨下筋群：胸骨舌骨筋、胸骨甲状筋、甲状舌骨筋、肩甲舌骨筋
- 2) 体幹の筋
- ・胸壁の筋：肋間筋
 - ・腹壁の筋：腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋、腰方形筋
 - ・脊柱前面の筋：頸長筋、前頭直筋と外側頭直筋
 - ・背部の筋：上後鋸筋、下後鋸筋、腸筋筋、頭最長筋、横突棘筋群、頭半棘筋、板状筋、横突間筋
 - ・会陰の筋：精巢挙筋、尾骨筋（腸骨尾骨筋、坐骨尾骨筋、恥骨尾骨筋）*5、外肛門括約筋、直腸牽引筋*6、内尿道括約筋、坐骨海綿体筋、球海綿体筋
- 3) 上肢の筋
- ・胸部浅層の筋：大胸筋、小胸筋、腹胸筋*7、皮幹筋*8、鎖骨下筋
 - ・背部浅層の筋：僧帽筋、広背筋、菱形筋（頭菱形筋、頸菱形筋、胸菱形筋）*9、前・後環椎肩甲筋*10、前鋸筋、背上顆筋*11
 - ・肩甲骨周囲の筋：三角筋、棘上筋、棘下筋、小円筋、大円筋、肩甲下筋
 - ・上腕の筋：上腕二頭筋、烏口腕筋、上腕筋、上腕三頭筋
 - ・前腕屈側の筋：円回内筋、橈側手根屈筋、長掌筋、尺側手根屈筋、浅指屈筋、深指屈筋、方形回内筋
 - ・前腕伸側の筋：腕橈骨筋、長・短橈側手根伸筋、長母指伸筋、長母指外転筋と短母指伸筋、総指伸筋、第2・3指固有伸筋*12、第4・5指固有伸筋*13、尺側手根伸筋、回外筋
 - ・手内筋：母指球筋群（短母指外転筋、母指内転筋）、小指球筋群、骨間筋、虫様筋
- 4) 下肢の筋
- ・骨盤前面の筋：大腰筋、小腰筋、腸骨筋
 - ・殿部の筋：大殿筋、中殿筋、小殿筋、梨状筋、内閉鎖筋・双子筋・大腿方形筋、外閉鎖筋
 - ・大腿前面の筋：縫工筋、大腿直筋、外側広筋、内側広筋、大腿筋膜張筋
 - ・大腿後面の筋：半腱様筋、半膜様筋（固有半膜様筋、副半膜様筋）*14、大腿二頭筋
 - ・大腿内側の筋：短内転筋、薄筋
 - ・下腿後面の筋：腓腹筋、ヒラメ筋、足底筋、膝窩筋、後脛骨筋、腓側趾屈筋*15、脛側趾屈筋*16
 - ・下腿前面の筋：前脛骨筋、長母趾伸筋、長趾伸筋
 - ・下腿外側の筋：長腓骨筋、短腓骨筋、第五趾腓骨筋*17
 - ・足背の筋：短趾母趾伸筋
 - ・足底の筋：短趾屈筋、母趾球筋群（母趾外転筋、母趾内転筋）、小趾球筋群（小趾外転筋）、骨間筋、虫様筋
-

*1 鼻唇筋 nasolabialis はヒトの鼻根筋と下唇下制筋などに対応

*2 眼球後引筋 retractor bulbi はサルに特徴的な筋でヒトにない。

*3 ヒトの胸鎖乳突筋にあたる筋は、サルでは3部に分かれている。

*4 サルの斜角筋群は3部に分かれ、ヒトと構成が異なる。

*5 尾骨筋はサルで発達し、3部に分かれている。

*6 直腸牽引筋 retractor recti は平滑筋性で、サルに特徴的である。

*7 腹胸筋 pectoralis abdominis は小胸筋に類縁の筋で、サルに特徴的である。

*8 皮幹筋 panniculus carnosus は体幹の皮下組織の中に骨格筋が存在する状態で、ヒトでは頸部の広頸筋に限られる。サルの皮幹筋は2部からなり、①尾部は胸部に停止し、②腹部は上腕骨の大結節に停止する。

*9 サルの菱形筋は3部に分かれ、①頭部、②頸部、③胸背部からなる。

*10 前・後環椎肩甲筋 atlantoscapularis anterior / posterior はサルに特徴的である。

*11 背上顆筋 dorso-epitrochlearis は上腕三頭筋に由来し、二次的に広背筋と結合したもので、サルに特徴的である。

*12 第2・3指固有伸筋は、ヒトの示指伸筋に相当する。

*13 第4・5指固有伸筋は、ヒトの小指伸筋に相当する。

*14 サルの半膜様筋は2部に分かれている。

*15 腓側趾屈筋 flexor digitorum fibularis は、長母趾屈筋にあたる。

*16 脛側趾屈筋 flexor digitorum tibialis は、長趾屈筋にあたる。

*17 第5趾腓骨筋 peroneus digiti quinti は長腓骨筋と短腓骨筋の間にある小筋で、第5趾の末節骨に停止する。

新たな変革をもたらした。

新たな医学教科書が次々と書かれるようになり、大学での授業のスタイルもスコラ学的な学習から講義中心へと変わった。また多くの大学で4教科の授業が行

われるようになった⁸⁾。

(A) 医学理論は医学の理論的な基礎を扱い、①生理学、②病理学、③徴候学、④健康学、⑤治療学の5部門を教えた。

- (B) 医学実地は個別の病気の診断・治療・予後を教え、①局所的な疾患を頭から足まで、②全身的な熱病、を教えた。
- (C) 解剖学／外科学は人体の構造とその外科への応用を教えた。
- (D) 植物学／薬剤学は主要な治療薬である植物薬について教え、大学は植物園・薬草園を整備した。

解剖学においても、ヴェサリウス Vesalius, Andreas (1514-1564) が画期的な解剖学書『ファブリカ Fabrica』(1543) を著した。パドヴァ大学で行った人体解剖をもとに、ガレノスの解剖学にいくつもの訂正を加えたもので、多数の精細な解剖図が人体構造を視覚的に表現している。解剖図で示された人体の構造は、外科手術の向上に大いに役立ち、フランスの外科医パレParé, Ambroise (1510-1590) は『人体普遍解剖学 Anatomie universelle du corps humain』(1561) を著し、ヴェサリウスの解剖図を多数流用した。(図3)

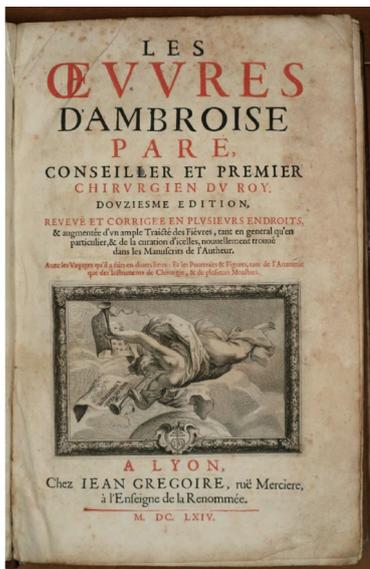


図3 『パレ著作集』リヨン、1664刊。坂井建雄蔵。

解剖学には、外科に役だつという実用的な役割の他に、自然の中に真理を探究するという科学的探究という役割もある。ヴェサリウス以前の医学ではヒポクラテスやガレノスの著作が研究対象であったが、ヴェサリウス以後には人体そのものが研究対象になった。解剖学は最先端の科学となり、数多くの新発見をもたらした⁷⁾。ハーヴィー Harvey, William (1578-1657) は『動物の心臓と血液の運動に関する解剖学的研究 Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus』(1628) で人体での血液循環を論証し、バルトリン Bartholin, Thomas (1616-1680) は『リンパ管 Vasa lymphatica』(1653) で腸間膜の乳糜管を含むリンパ管が循環系の一部であることを示し、ウィリス

Willis, Thomas (1621-1675) 『脳の解剖学 Cerebri anatome』(1664) で脳を頭蓋から外して解剖し、脳の実質の構造を明らかにした。これらの研究は、真理を探究していくつもの新発見をもたらしたが、18世紀前の医療に影響を与えることはほとんどなかった。

〔骨格筋の名称の問題〕

骨格筋についての解剖学では、まず筋肉の名称に大きな問題があった。ガレノスの解剖学では、筋肉のほとんどに名前がなく、記述を読んで判断し同定する必要があり、曖昧さが残っていた。ヴェサリウスの解剖学では、解剖図のお陰で筋肉は容易に確実に同定できるようになったが、筋肉には固有の名前がなく、作用によりグループに分けてその中で番号をつけて筋肉を区別していた⁹⁾。たとえば、『ファブリカ』第2書の第44章は手首を動かす4つの筋を扱い、その第1が尺側手根屈筋、第2が橈側手根屈筋、第3が尺側手根伸筋、第4が長・短橈側手根伸筋であることは解剖図から判断できる。(図4)

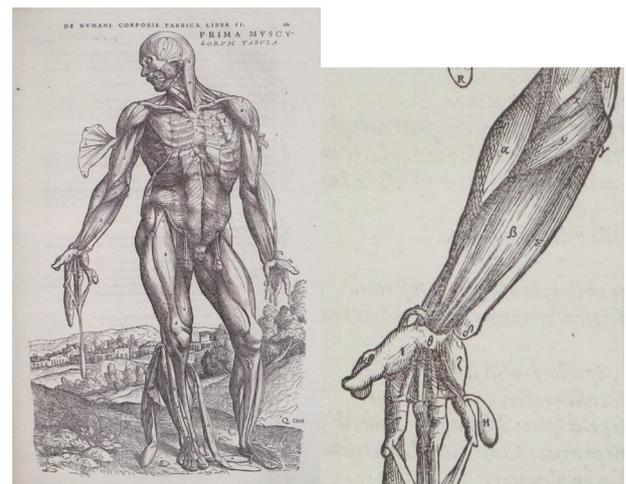


図4 ヴェサリウス『ファブリカ』(1543) 第2書第4図版。左は筋肉人の前面の解剖図、第2層。右はその部分で、前腕屈側の筋、Σ:尺側手根屈筋。複製、坂井建雄蔵。

全身の骨格筋に固有の名前を与えたのは、ボアン Bauhin, Gaspard (1560-1624) の『解剖劇場』(1605) である。その第4書の第20章で手首の筋を扱い、下屈筋 (=尺側手根屈筋)、上屈筋 (=橈側手根屈筋)、下伸筋 (=尺側手根伸筋)、上伸筋 (=長・短頭側手根伸筋) と呼ばれている。ボアンによって作られた筋の名称はいくつかの種類に区別できる¹⁰⁾。①形状による名称 (菱形 rhomboides、薄い gracilis、広大な vastus、錐体状 pyramidalis、半膜状 semimembraneus、三頭 triceps)、②位置による名称 (胸部 pectoralis、上腕 brachiaeus、ふくらはぎ gastrocnemius、肩甲骨の下 subscapularis、肩甲骨の上 suprascapularis)、③作用に

よる名称（指を曲げる *digitum flexor*、指を伸ばす *digitum tensor*、尻を動かす *natum author*）、④ 起始と停止による名称（角から舌へ *ceratoglossus*、鳥口から舌骨へ *coracohyoideus*、仙骨から腰へ *sacrolumbus*、胸骨から舌骨へ *sternohyoideus*）である。これらの名称の多くは、現在の解剖学に生き残っている。（図5）

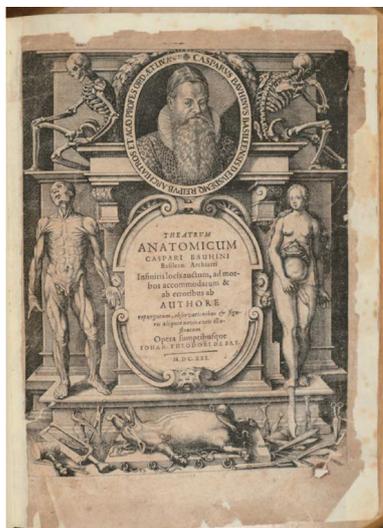


図5 ボアン『解剖学劇場』フランクフルト、1621刊。坂井建雄蔵。

こういった固有の名称を与えられると、解剖図に頼ることなく容易に筋肉を同定できるようになる。しかしその後の解剖学書の著者たちは、独自の判断で筋肉に名前をつけるようになり、さらに18世紀からラテン語ではなく各国の近代語で解剖学書が書かれるようになると、筋肉の名称の混乱はさらに激しくなっていた。このような状況を改善するためにドイツの解剖学者が中心になってラテン語による統一的な解剖学用語が制定された（1895）⁹⁾。

〔骨格筋の解剖学〕

ヴェサリウスの『ファブリカ』では全7書のうちの第2書が骨格筋を扱い、その冒頭に収められた14葉の骨格人の解剖図は圧巻である。最初の2葉は前面と左側面の筋肉人、第3～8葉は前面から見た筋肉人の解剖で、表層から段階的に筋肉を取り外していき、第7葉ではもはや筋肉人は自立できずに上からの縄につり下げられ、第8葉では壁にもたれかかっている。第9～14葉は後面から見た筋肉人の解剖である。

デンマークのステノ *Steno, Nicolaus* (1638-1686) は『筋学の要素の例証 *Elementorum myologiae specimen*』(1667) を著し、幾何学的なモデル化により筋の収縮運動を考察した¹¹⁾。イタリアのボレリ *Borelli, Giovanni Alfonso* (1608-1679) は、『動物の運動 *De motu animalium*』(1680-81) を著して、骨と筋肉による動

物の運動を力学的に説明しようと試みた。（図6）

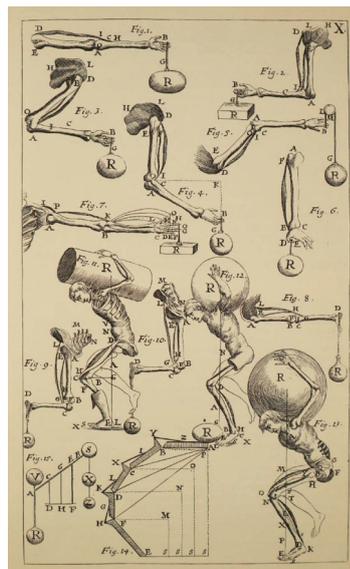


図6 ボレリ『動物の運動』ドイツ語訳（1706）第10図版。筋肉の作用の力学的説明。複製、坂井建雄蔵。

その後の解剖学書では、モンディエーノの解剖学書にしたがった4部構成（①腹部、②胸部、③頭部、④体肢）を採用するものが多く、筋肉のみを取りだして個別に扱うのは稀であった。しかし17世紀終盤から18世紀中葉にかけて、骨格筋の解剖学が注目されるようになり、骨格筋のみを扱う解剖学書がいくつか登場し、新たな筋肉人の解剖図が描かれた。

イギリスの外科医ブラウン *Browne, John* (1642-1702) は『新筋学 *Myographia nova*』(1684) をラテン語で著した。本書は6講義に分かれ、①腹壁の筋、②顔の筋、③内臓に属する筋、④背部と胸壁の筋、⑤上肢の筋、⑥下肢の筋を扱っている。冒頭の2葉の筋肉人（前

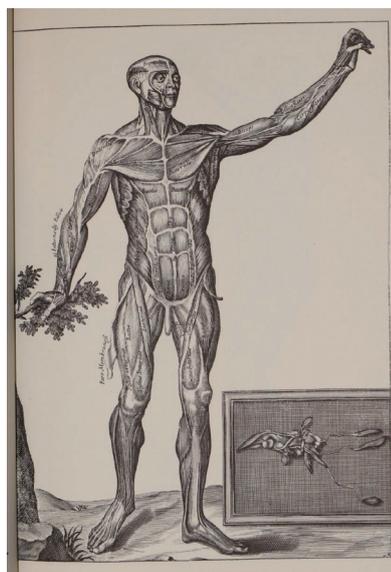


図7 ブラウン『新筋学』(1697) 巻頭、筋肉人の前面図。複製、坂井建雄蔵。

面、後面)に続いて、37葉の筋肉の解剖図が収められている。英語訳(1697)も刊行されている。(図7)

イギリスの外科医で解剖学者のカウパー Cowper, William (1666-1709) は『改新解剖学 Myotomia reformata』(1694)を英語で著した。内容は36章からなり、腹壁(第1-5章)、頭部(第6-18章)、胸背部(第19-24章)、上肢(第25-31章)、下肢(第32-36章)を扱っており、巻末に9葉18点の解剖図を収めている。没後に出版された改訂版(1724)では、内容と図版を大幅に拡張し、冒頭に筋とその作用についての長大な序論があり、末尾の図版は全面的に更新・拡充され、前面・側面・後面からの全身の筋肉の解剖図10葉、さまざまなポーズの筋肉人3葉、各部の筋肉53葉を含む、計66葉を収めている。(図8)



図8 カウパー『改新筋解剖』(1724)巻末、第1図版、筋肉人の前面図。坂井建雄蔵。

オランダの解剖学者アルビヌス Albinus, Bernhard Siegfried (1697-1770) は、理想の人体を追及して『人体骨格筋肉図 Tabulae sceleti et musculorum corporis humani』(1747)を完成した。エレファント・フォリオ判(縦70 cm)の巨大な本で、骨格と筋肉の40葉の解剖図を収めている。3方向からの骨格人(3葉)、同じポーズで3方向の筋肉人の段階的な解剖図(9葉)、残りは全身の各筋肉の個別の解剖図である。全身の図では、理想郷のような景色を背景に、無限の遠方から眺めたような骨格人と筋肉人が描かれている。これはある時どこかの場所で解剖された特定の解剖体を描いたものではなく、多数の解剖体の観察をもとに再構成された理想の人体が表現されている。(図9)



図9 アルビヌス『人体骨格筋肉図』(1747)、筋肉人の解剖図、前面第1層。坂井建雄蔵。

3. 近代医学前期(19世紀)

19世紀に入って医学は大きく変貌し、近代医学への歩みを始めた。18世紀までは頭痛や眩暈など身体症状そのものを病気と捉えていたが、病理解剖によって観察される臓器の病変が疾患の原因とみなされるようになった。19世紀中頃には麻酔と消毒法が登場して外科手術の適用範囲は深部の内臓にまで広がった。19世紀末には病原菌が発見されて、感染症の克服が近づいてきた。こうして人体と病気についてのさまざまな事象が科学的に探究されるようになって基礎医学の諸分野を形成し、病気の治療に関わる臨床医学と分離した¹²⁾。

顕微鏡の性能が大幅に向上し、組織の中に見られる

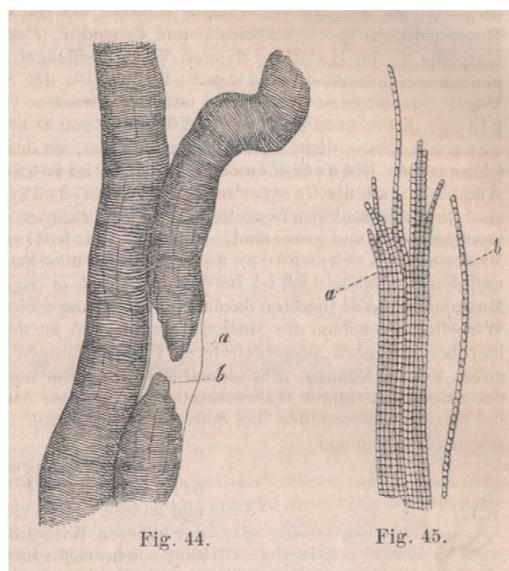


図10 骨格筋組織の図、ケリカー『人体組織学提要』第5版(1867)から。坂井建雄蔵。

細胞の増殖が観察され、生命の単位と認める細胞説が登場した（1838-39）。人体の器官のミクロの構造が顕微鏡的によって観察され、ドイツのケリカー Kölliker, Rudolf Albert von (1817-1905) は『人体組織学提要 Handbuch der Gewebelehre des Menschen』（1852）を著して組織学を体系化した。骨格筋の線維が多核の巨大な細胞であることも見いだされた。

4. 近代医学後期（1900年代～1980年代）

20世紀には骨格筋の収縮の仕組みが明らかになった。骨格筋の収縮タンパク質のうちミオシン myosin は、ドイツのキューネ Kühne, Wilhelm Friedrich (1837-1900) が高濃度の塩類溶液を使って骨格筋から抽出し命名していた。もう一方のアクチン actin は、ハンガリーのセント＝ジェルジ Szent-Györgyi, Albert (1893-1986) が見いだして、ミオシンを活性化するという意味から名付けた。イギリスのハクスリー Huxley, Andrew Fielding (1917-2012) がX線解析と光学・電子顕微鏡の観察をもとに、アクチンとミオシンのフィラメントが一部重なって配列して筋節を作ることを明らかにし、線維間の架橋により筋節が短縮するという滑り説を提唱し（1954）広く受け入れられた。

20世紀後半には理学療法士が職業として確立した。世界では1951年に世界理学療法連盟がアメリカとイギリスの理学療法士協会が中心となって設立された。日本では1965年に理学療法士及び作業療法士法が施行された。運動学 kinesiology は骨格筋の機能学そのものであり、理学療法学と作業量法学の基礎となる。その最初期の教科書と目されるバウエン Bowen, Wilbur Pardon (1864-1928) の『応用解剖学と運動学 Applied anatomy and kinesiology』（1917）は第7版（1953）まで版を重ねている。

5. 精密医学（1990年代～）

1990年代以前の医学・医療では、経験知に基づいた治療が行われ、疾患の最終的な診断は死後になされ、患者は暗黙の信頼に基づいて医師の判断を受け入れていた。1990年代から医学・医療は大幅に進歩して、科学的に効果の検証された治療がインフォームド・コンセントに基づいて行われるようになった。こういった精密医学 exact medicine は、以下のような特徴を持つ¹³⁾。

- 1) 生体内の視覚化 in vivo visualization : 死後の解剖による診断から、生体の画像による診断へ、
- 2) 医療の科学的な検証 scientific verification of medicine : 経験知に基づく医療から、科学的知見に基づく医療へ

- 3) 患者との協力関係 partnership with patients : 暗黙の信頼に基づく上下関係から、明示的な約束に基づく対等な関係へ

- 4) 臨床での連携協力 cooperation in clinic : 医師単独による診療から、多職種が連携協力する診療へ

精密医学と超高齢社会の中で高齢者の生活の質（QOL）が重視され、人間の生活における骨格筋の重要性も認識されるようになった。サルコペニア sarcopenia は加齢による筋肉量の減少と筋力低下として提唱され（1989）、国際疾病分類 ICD-10にも収載されている（2016）。日本整形外科学会は運動器障害のために移動機能の低下した状態をロコモティブシンドローム locomotive syndrome（ロコモ、運動器症候群）と呼び、これを予防することを提唱している（2007）。日本老年医学会は高齢で要介護に至る中間的な段階をフレイル fraility と呼び、その回復を図ることを提唱している（2014）。

6. 骨格筋の解剖学、これからの課題

骨格筋を構成する素材については、筋線維を作る筋細胞の構造や特性、細胞骨格であるアクチンとミオシンという2種類の筋フィラメントの分子構造まで、詳しく明らかになっている。骨格筋の両端を骨格につなぎ止める腱についても、素材となるコラーゲンの分子構造が解明されている。骨格筋と腱の物理的・力学的性状についてもよく調べられている。

これに対して骨格筋の肉眼的な解剖学については、大きな問題が残されている。第1に、骨格筋の解剖と観察方法の問題である。これまでの解剖では、骨格筋を原位置で解剖し、浅層から1つずつ筋を取り外しな



図 11 坂井建雄、加藤公太『人体の骨格筋—上肢』（2019）。

から観察しており、筋の深層面の構造が見逃されていた。これに対して骨格筋を骨格から取り外して単離筋標本を作成して観察すると、筋表面に表在起始・停止腱の存在や、筋内での筋線維の特徴的な配置など、筋の特性に関わる新しい知見が得られることを、『人体の骨格筋—上肢』(2021)¹⁴⁾で明らかにした。(図11)

骨格筋の解剖学の問題の第2は、生理学的筋断面積(PCSA)など生理機能に関わるパラメータの差異が、研究者によってあまりにも大きく、信頼できるデータが得られていないことである。これには、骨格筋の発達程度に大きな個体差があること、解剖標本で実測するかMRIなどの画像から算定するかという測定方法の問題などが複合的に絡んでおり、問題点の整理が必要となっている。

参考文献

- 1) 坂井建雄：図説 医学の歴史。東京。医学書院。2019.
- 2) 坂井建雄：医学全史。東京。筑摩書房。2020.
- 3) 坂井建雄：『ヒポクラテス集典 Corpus Hippocraticum』。日本医史学雑誌。2021: 67: 296-301.
- 4) 坂井建雄：ガレノス Galen 『全集 Opera omnia』。日本医史学雑誌。2021: 67: 413-422.
- 5) 坂井建雄，池田黎太郎，澤井直：ガレノス 解剖学論集。京都。京都大学学術出版会。2011.
- 6) 坂井建雄：サレルノ医学校—その歴史とヨーロッパの医学教育における意義。日本医史学雑誌。2015: 61: 393-407.
- 7) 坂井建雄：人体観の歴史。東京。岩波書店。2008.
- 8) 坂井建雄：ヨーロッパの医学教育史〈1〉十八世紀以前の西洋伝統医学教育。坂井建雄編：医学教育の歴史—古今と東西。東京。法政大学出版局。2019: 5-54.
- 9) Sakai T: Historical evolution of anatomical terminology from ancient to modern. Anat Sci Int. 2007; 82: 65-81.
- 10) 澤井直，坂井建雄：ガスパール・ボアンにおける筋の名称について。日本医史学雑誌。2006: 52: 601-630.
- 11) 安西なつめ，澤井直，坂井建雄：ニコラウス・ステノによる筋の幾何学的記述—17世紀における筋運動の探究—。日本医史学雑誌。2014. 60: 21-35.
- 12) 坂井建雄：ヨーロッパの医学教育史〈2〉十九世紀以後の西洋近代医学の成立と特徴。坂井建雄編：医学教育の歴史—古今と東西。東京：法政大学出版局。2019: 55-140.
- 13) 坂井建雄。日本医学会の120年と日本の医学・医療のあゆみ。『日本医学会創立120周年記念誌』。東京：日本医学会連合；2022, in press.
- 14) 坂井建雄，加藤公太：人体の骨格筋—上肢。東京。医学書院。2021.

Abstract

Anatomy and medicine of the skeletal muscle in historical perspective

Tatsuo Sakai

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science Juntendo University

The anatomy of skeletal muscles went through a long history. Galen of Pergamon in the ancient Rome wrote anatomical treatises after dissecting various animals, and described many muscles in the body. In the 16th century, Andreas Vesalius published “Fabrica” (1543), in which the structure of the human body including the muscles was described and depicted precisely with numerous anatomical illustrations. In the 17th century, Gaspar Bauhin gave specific names to all the skeletal muscles, and Giovanni Alfonso Borelli conceived mechanical explanation of the muscular action on the body motion. A couple of excellent monographs on the muscle anatomy were published in the 17th-18th centuries. In the 19th century, microscopic observations revealed the histological structure of the skeletal muscle. In the 20th century, the mechanisms of muscle contraction by contractile proteins were clarified and the kinesiology of muscles was established as the basis of physical therapy. After the 1990s, the skeletal muscles were recognized as an essential factor to sustain the quality of daily life. The isolated muscle specimen is expected to be a useful tool to analyze the architecture of the skeletal muscle in the future anatomical studies.

Key Words: skeletal muscle, anatomy, history of medicine, anatomical illustration, isolated muscle specimen

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 2-9, 2022]

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

宮森隆行^{1) 2) 3) 4) 7)}、高澤祐治^{1) 5)}、長尾雅史^{1) 5) 8)}、相澤純也^{1) 2) 3)}、中村絵美^{1) 2) 3)}、門屋悠香⁴⁾、桑野 駿³⁾、吉野このか³⁾、会田記章³⁾、北原エリ子^{2) 3)}、藤原俊之^{2) 6)}、池田 浩^{2) 5)}

¹⁾ 順天堂大学医学部スポーツ医学研究室

²⁾ 順天堂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

⁴⁾ 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

⁵⁾ 順天堂大学医学部整形外科・スポーツ診療科

⁶⁾ 順天堂大学医学部リハビリテーション医学研究室

⁷⁾ 順天堂大学医学部スポーツ医学・再生医療講座

⁸⁾ 革新的医療技術開発研究センター

要 旨

膝前十字靭帯損傷は、スポーツ外傷・障害の中でも重症度は高く、一般的治療として外科的再建術が適応される。また、術後は早期リハビリテーションが推奨されており、近年では、生物学的治癒過程を重視したリハビリテーションが実施されるようになった。術後リハビリテーションは、主に組織治癒、関節可動域、筋力、バランス能力の向上を目的としており、定期的な身体機能評価に基づき段階的に実施される。また、スポーツ復帰においては、動作に対する恐怖心の軽減など心理的な準備への対応も必要とされ、これらを包括的に評価して対象者と課題解決方法を共有することが重要である。本稿では、膝前十十字靭帯再建術後の管理についてエビデンスに基づき解説するとともに、当院で実施している身体機能評価に基づくリハビリテーションプロトコルについて紹介する。

キーワード：膝前十字靭帯損傷、術後管理、段階的リハビリテーション、機能評価、スポーツ復帰

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 10-26頁, 2022年

1. はじめに

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷は、スポーツ外傷・障害における膝の靭帯損傷の中でも重症度が高く、年間の発生率は10万人年あたり68.6人と報告されている¹⁾。ACL 損傷の治療には、一般的に外科的再建術が用いられるが²⁾、その目的は、膝の安定性を回復させ、機能的能力を最大限に引き出し、受傷前の身体活動レベルに復帰させることである³⁾。また、ACL 再建術後は、エビデンスに基づく運動療法を中心としたリハビリテーションを早期より実施することが推奨されている⁴⁾。運動療法には、レジスタンストレーニング、神経筋運動、高負荷による動的トレーニング、スポーツの特異性を考慮に入れたトレーニングなどが含まれ、効果があることが科学的に証明されている他の手段を併用することもある。本稿では、ACL 再建術後対象者の身体機能と生活の質 (QOL) を最適化することを目的として、術後管理の基礎知識について最新のエビデンスを基に解説する。次に、当院で実施している身体機

能評価に基づいた ACL 再建術後のリハビリテーションプロトコルについて紹介する。

2. ACL 再建術後管理の基礎知識

全ての対象者がリハビリテーション過程において同じ評価基準 (機能・筋力・バランス能力) を達成したにも関わらず、受傷前の身体的パフォーマンスに戻るとは限らない。何故ならば、スポーツの競技特性やレベルなど、その他の要因も最終的な復帰時期に影響を与えるためである。さらに心理的な回復においては、競技復帰レベルに戻る意識が強いほど、再受傷に対する恐怖心があることが報告されている⁵⁾。したがって、医師や理学療法士、さらにスポーツ現場においてリコンディショニングを担当するアスレティックトレーナーなどは、対象者の身体的側面のみならず、心理的側面を含めた包括的なリハビリテーションの回復過程を支援していく必要がある。

1) 体重負荷と歩行能力の獲得

初期の体重負荷と歩行能力の獲得は、ACL 再建術

責任著者：宮森隆行

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丁目1番1号

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

後の膝関節前部の痛みなどの合併症を軽減することができる。そして、移植片採取部である半腱様筋や膝蓋腱に悪影響を与えないことも証明されている⁶⁾。

2) 寒冷療法と圧迫

寒冷療法および（または）圧迫は術後早期に実施することが推奨されている^{7,8)}。継続的・複合的な寒冷圧迫療法の結果、術後の腫脹が軽減されることにより関節可動域（以下：ROM）の早期改善や疼痛の軽減、筋活動の賦活を促し、膝関節の機能回復を促進することが明らかになっている⁹⁻¹¹⁾。

また、最大下での運動や早期体重負荷を局所圧迫及び冷却療法と併用することにより、大腿四頭筋の筋萎縮や下腿深部静脈血栓症を予防することができる¹²⁻¹⁴⁾。そのため、運動療法後は、局所温度を約10-15度に下げのために氷嚢などを利用したアイシングを継続的に実施することが望ましい⁷⁾。

3) 関節可動域（ROM）の早期回復

ACL 再建術前後における膝 ROM の改善は、術後のリハビリテーションを成功するための重要な要素となる。また、術前 ROM 制限は、術後のリハビリテーションを困難にする要因になるだけでなく¹⁵⁾、関節内軟部組織が線維化するリスクを高める^{16,17)}。ACL 再建術後は、疼痛と腫脹を軽減するために早期に膝関節モビライゼーションを実施することが望ましく、これにより軟部組織の線維化を予防し、短期的、長期的なリハビリテーションの結果が良くなることが報告されている¹⁸⁾。

4) 筋力強化

健側と患側における大腿四頭筋とハムストリングスの筋力強化は、ACL 再建術後のリハビリテーションにおいて非常に重要である^{19,20)}。術前のこれらの筋力低下は、術後のリハビリテーションや長期の評価結果に悪影響を及ぼす可能性がある²¹⁾。神経筋電気刺激は、術後早期の筋出力賦活（特に内側広筋）に有益である²⁾。また、最近の研究では、非荷重位の運動である Open Kinetic Chain (OKC) と荷重位での運動である Close Kinetic Chain (CKC) のトレーニングの組み合わせは、CKC 単独トレーニングと比較して移植腱（以下：グラフト）の弛緩性に悪影響を及ぼさないことが明らかになっている^{2,22)}。しかしながら、もし初期から中期リハビリテーションの段階において OKC による膝関節伸展運動（レッグエクステンションなど）を実施する場合は、脛骨前方変位を予防するためにア

タッチメントパッドなどの抵抗を下腿遠位部ではなく下腿近位部に当て、伸展30°から0°までは高速な動きを避ける必要がある²³⁾。

大腿四頭筋と大殿筋の遠心性収縮を利用したエクササイズは、安全に実施することが可能であり、効果的に筋量と筋力を向上させることができる^{2,24)}。

さらに、スクワットやプライオメトリック動作を取り入れたトレーニングをする場合は、荷重時の股関節内転と内旋動作を抑制するために、大殿筋の筋力強化が非常に重要である²⁵⁾。

5) 固有感覚と神経筋トレーニング

固有感覚応答は、ACL 再建術後の興奮性伸張反射に伴う筋の活動電位の乱れとして臨床でしばしば認められる^{26,27)}。

神経筋トレーニングは主に ACL 損傷予防として広く用いられており、ACL 損傷リスクを低下させると共に、ACL 再建術後再断裂を予防することが証明されている^{28,29)}。神経筋トレーニングは、求心性のシグナルと動的な関節制御に関与する中枢神経系を刺激することにより運動反応を向上させるトレーニングと定義される³⁰⁾。

神経筋トレーニングは、ACL 再建術後において筋力トレーニングのみと比較して、ステップ動作やバランスなどの身体機能面を有意に向上させることが明らかになっている^{30,31)}。また、動揺性トレーニングは、大腿四頭筋とハムストリングスや、大腿四頭筋と下腿三頭筋の同時収縮を減少させ、膝関節、股関節屈曲荷重時の運動を正常化することができる^{32,33)} ため、本プロトコル後期に実施することを推奨する。さらに、各トレーニング、各段階における動きの質と動きの正確性は、医師、理学療法士、スポーツ現場でリコンディショニングを担当するアスレティックトレーナーなどがリハビリテーションの進行において評価を行い、動作指導および助言をしていくことが必要である。特に、前額面上の姿勢・動作における異常パターンは注意して観察・評価する必要がある。

6) 血流制限下でのレジスタンストレーニング

さまざまな理由により大腿部に高強度のレジスタンストレーニングを実施できない場合は、中等度の血流制限を追加した低強度のレジスタンストレーニングの有効性が明らかになっている³⁴⁾。また、リハビリテーション後期において大腿四頭筋の筋力が不十分な場合は、血流制限下における低強度レジスタンストレーニングが有効である（約30%1RM 最大負荷）。低酸素刺

激やカフ（抑制バンド）解放による血液の再環流、および他の多くの生化学的刺激により筋の蛋白合成を促進し、筋肥大と筋力が増加することが明らかになっている³⁵⁾。

7) 神経筋電気刺激 (NMES)

Neuromuscular Muscular Electric Stimulation (NMES) はスポーツ医学の分野においては、筋収縮促進や鎮痛効果を目的として利用している。また、これまでの研究においては、筋萎縮予防や筋力強化にも効果があることが明らかとなっている³⁶⁾。従って、ACL 再建術後のリハビリテーション（特に早期）において、筋活動の賦活や筋力強化を目的として NMES が用いられている³⁷⁾。

8) 移植腱（グラフト）の治癒

再建したグラフトの治癒過程において、その歪みや負荷の限界を最終的に評価した研究はない。しかしながら、グラフトの成熟と固定強度を理解することは、リハビリテーションの進捗を考える上で重要な情報となる³⁸⁾。

移植後の炎症期においては、グラフトは壊死および細胞の再増殖と血流再生が起こり、最後にコラーゲンのリモデリングによる靭帯形成を過程していく³⁹⁾。

移植直後のグラフト固定点である移植骨は、最も弱い部分であると理解する必要がある。骨から骨への治癒は約6週から10週間であり、骨から腱（グラフト）への治癒は6から12週間と報告されている⁴⁰⁾。壊死および細胞の再増殖中にグラフトの生体力学的負荷が減少することにより、新しいグラフトの血管新生は術後20週前後で完了する⁴¹⁾。

9) 膝蓋腱グラフトの場合

骨付き膝蓋腱（Bone-patellar tendon-Bone：以下、BTB）グラフトから生じる潜在的な合併症は、リハビリテーションプログラム全体で検討する必要がある。これらは、膝蓋大腿関節症候群、膝蓋腱炎、膝蓋骨骨折、関節線維症などが挙げられる⁴²⁾。グラフト移植後の疼痛は、BTB 移植後患者の17-90% で発生することが報告されており、膝蓋大腿部の疼痛は17-47% の割合で発生する⁴²⁾。膝蓋腱には徐々に運動負荷を掛けること必要があり、また、グラフト採取部の痛みを常に注意深く観察する必要がある。そのため、大腿四頭筋の活性化と制御は術後初期段階で達成することが難しい場合がある。稀なケースとして、術後の初期に膝装具を利用して膝関節伸展にて固定する場合がある⁴³⁾

が、通常、膝装具着用の長期的なメリットはない⁴⁴⁾。

軟部組織および多方向の膝蓋骨の可動性は、術後早期に改善していく必要がある。不動にすることは、大腿四頭筋の萎縮と膝関節 ROM 低下につながる可能性があるため、術後は早期リハビリテーション介入が必要になる⁴⁴⁾。

10) ハムストリングスグラフトの場合

ハムストリングス（以下、HS）グラフト採取部は、ハムストリングスの断裂と見なしてリハビリテーションを進める必要がある。ハムストリングスの修復段階においては、治癒促進と筋の保護を最優先にする必要がある。ハムストリングスへの軽度なモビライゼーション（マッサージなど）は、集中的な毛細血管の成長や筋線維の再生を促進する⁴⁵⁾。しかしながら、グラフト採取部への早期の高強度モビライゼーションは結合組織の癒着形成の増加につながると共に、再断裂のリスクにもつながる⁴⁵⁾。

また、術後初期段階においてハムストリングスの過活動を促すトレーニングや、過剰なストレッチは避け、慎重にグラフト採取部の治癒を促進する必要がある。全てのトレーニングにおいて、グラフト採取部の痛みを注意深く観察して回避する必要がある。

内側ハムストリングス筋力低下は、HS グラフト移植後の一般的な症状であり、疼痛が軽減し治癒が促進されしだい、理学療法士やアスレティックトレーナーによる最適負荷を考慮に入れた専門的な筋力強化訓練を実施していく（9週以降）。

11) 患者特有のリスク因子

リハビリテーションの進捗に悪影響を与える交絡因子としては、高年齢^{46, 47)}、喫煙⁴⁸⁻⁵¹⁾、高 BMI 値（肥満）^{48-50, 52-54)}、性別（女性 > 男性）^{47, 49, 54)} が挙げられ、患者はこれらの要因を認識する必要がある。改善可能な要因（喫煙と BMI）を解決するためには、リハビリテーション担当者による適切なアドバイスが必要である。

12) 疲労

スポーツ選手の場合は、適切なリハビリテーションを実施し競技復帰した場合でも、初期においては以前よりも疲労した状態でプレーするが多い。そのため、医師、理学療法士、アスレティックトレーナーはそのような状態になることを準備したアフターケアを実施すると共に、疲労した状態でも安全にプレーできるか常に確認する必要がある。さまざまな研究におい

て、スポーツによる疲労は、膝の力学的機能を低下させ、膝関節傷害のリスクを増加させることが明らかになっている⁵⁵⁾。身体的疲労は、片足垂直ジャンプ時の衝撃吸収力を減少させるため、多関節面への力学的負荷が増大する⁵⁶⁾。従って、リハビリテーション後期においては、全ての俊敏性および身体機能テストを疲労状態の下で評価する必要があり、競技復帰の基準や競技復帰後の身体評価に役立てる必要がある。

13) 最大随意収縮

大腿四頭筋とハムストリングスの等速性筋力評価において最大随意求心性収縮は、膝関節屈曲30°から60°の間で評価することができる⁵⁷⁾。したがって、膝関節屈曲60°において大腿四頭筋とハムストリングスの等尺性収縮時の筋力を評価することができる⁵⁷⁾。術後6週間以降は、膝関節屈曲60°の肢位において最大等尺性筋力評価を実施し、H/Q比（大腿四頭筋筋力を100とした場合のハムストリングス筋力の比率：55-60%が望ましい）の経時変化を記録する。しかし、膝関節屈曲60°肢位のみでの最大随意収縮評価ということを理解する必要がある。これらは多用途筋機能評価運動装置を利用して評価できるが、リハビリテーションで利用する治療ベッドにおいては、簡易徒手筋力計を用いて評価することも可能である。

14) 合併症

リハビリテーションの結果に影響を与える一般的な合併症は、疼痛、腫脹、関節因性筋抑制（AMI）、大腿四頭筋機能障害などが挙げられる。これらの合併症は、非常に密接に関連しており、身体に悪影響を引き起こす可能性がある。

* AMI

特に内側広筋（VMO）の筋力回復に影響し、結果としてリハビリテーションの進捗を遅らせる可能性がある。しかし、寒冷療法は、腫脹を制御することにより膝関節疾患に多く発生するAMIを軽減し、大腿四頭筋の筋力回復を促進することができる。これまでの研究において、ACL術後AMIを呈した疾患に対して、エクササイズを中心としたリハビリテーション後にアイシングによる寒冷療法を2週間実施した場合は、VMOの収縮が正常化されると共に、膝関節における等速性求心性トルクも向上したことが明らかになっている^{14, 58)}。そのため、エクササイズ後にアイシングなどを利用した寒冷療法を実施することは、初期リハビリテーションの期間では特に重要となる。

* 疼痛と腫脹

膝関節周囲筋の筋活動に変化を及ぼすため⁵⁹⁾、リハビリテーションを実施する中で常に観察し、適切に消炎・鎮痛処置をする必要がある。

* 大腿四頭筋機能障害

ACL再建術後に20%以上の大腿四頭筋筋力低下が継続することは、膝関節前部の疼痛や膝蓋大腿関節面の変性につながる可能性がある⁶⁰⁾。

15) ACL再建術後グラフト再断裂のリスク因子

* 男性+HSグラフト

ACL術後再断裂は、BTBグラフトよりもHSグラフトに発生し、特に男性に多くみられる。サッカー選手は再断裂の因子の一つであり、再断裂手術のリスクは通常の前断裂手術をした患者の約3倍と報告されている^{61, 62)}。また、中等度の内側側副靭帯損傷の合併や、受傷後12週間以上、手術が遅れた場合も術後膝不安定症を呈する重要な危険因子となる⁶³⁾。

* 下腿の内外旋可動域低下

内外旋の可動域低下は、前十字靭帯の緊張を高めることから、リハビリテーションではカッティングやピボット動作を取り入れたトレーニングを実施することが必要である⁶⁴⁾。

* 股関節可動域制限

スクリーニングで評価することが必要であり、理学療法士やアスレティックトレーナーから提供される予防を含めたトレーニングプログラムを実施することが必要である⁶⁴⁾。

* 足関節背屈制限・骨盤傾斜角

男性の非接触型ACL損傷では、足関節の背屈制限や立位アライメントにおける骨盤前傾角の増加がリスク因子となる⁶⁵⁾。

* 股関節外旋・外転筋力低下

プレシーズン（試合準備期）の股関節外旋筋力と外転筋力低下は、非接触型ACL損傷に多くみられる兆候である⁶⁶⁾。

* 腰仙部、体幹の不安定性

腰椎・骨盤・体幹の安定症は、ACL損傷の予防とリハビリテーションを実施するうえで重要な課題となる^{67, 68)}。

16) スポーツ復帰への心理的準備

ACL再建術後にスポーツ復帰できないことは、心理的な要因も深く関係している。これらの要因は、競技レベルや対象者の内発的動機、プレー参加への自信などと関連している^{5, 69)}。心理的状态は一般にリハビリテーションによって改善されるが、身体活動量が増

えるに従い恐怖心が少しずつ増大し、スポーツ復帰時にも顕著な感情として残存する場合がある⁵⁾。スポーツ復帰に関連した心理的要因を評価するために ACL 損傷後のスポーツ復帰評価尺度 (ACL-RSI) などの患者報告型の評価ツールがある⁷⁰⁾。定期的にこのような尺度を評価することで、スポーツ復帰の重要な障壁を特定し、追加の治療または運動療法プログラムが必要かどうかを判断することに役立つ可能性がある。時には、スポーツ心理学の専門家への紹介が必要になる場合もあるが、ピボットやカッティング動作、ジャンプ着地などの身体機能レベルと ACL-RSI は関連性が高いことが報告されている⁷¹⁾。そのため、対象者と共有した適切な目標設定と身体機能評価に基づくリハビリテーションを実施することは、スポーツ復帰への心理的な準備を整える意味でも重要となる。

3. 膝前十字靭帯再建術後リハビリテーション プロトコル

当院では、ACL 再建術後リハビリテーションプロトコルを大きく分けて初期 (~ 4週) 中期 (~ 12週)、後期 (~ 20週)、復帰準備期 (~ 32週) の4段階に分けている。しかし、各段階へのステップアップは、リハビリテーションの進捗状況や身体機能評価をもとに判断しているため、本プロトコルで提供されるタイムラインは一つの基準であり、各段階のリハビリテーション目標に従って、個人的に変化する。また、本プロトコルは、合併症や他の手術を伴う場合には、それらの整形外科的なリハビリテーション推奨事項にも留意する必要がある。

なお、各段階で実施するリハビリテーションは動画

にて説明を加えており、対象者は貼付した QR コードを電子端末で読み取ることによって視聴可能としている (資料1)。

4. おわりに

ACL 再建術後のリハビリテーションを安心・安全に実施するためには、医師、理学療法士、アスレティックトレーナーなどの専門職種の協力が不可欠である。そして手術後は、対象者本人が長期間におけるリハビリテーションプログラムを遵守し実行していくことが大切となる。医師と理学療法士、アスレティックトレーナーは、リハビリテーション期間において対象者の問題点を共有して、正しい知見に基づく課題解決方法を対象者に提示、あるいは教育する重要な役割が求められる。

謝 辞

本論文において紹介した ACL 再建術後リハビリテーションプロトコルの作成にご協力頂いた順天堂大学スポーツ健康科学部スポーツ医学研究室とアスレティックトレーニングルーム (ATR) のスタッフの皆様に感謝の意を表します。

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。

資料 1



膝前十字靭帯再建術後リハビリプログラム

*一部のトレーニングは、貼付した UR コードを読み込むことによって視聴が可能です

■初期（術後～4 週）

《目標》

- ① 移植腱の保護
- ② 痛み管理
- ③ 腫れ管理
- ④ 歩行能力獲得
- ⑤ 大腿四頭筋活動の賦活
- ⑥ 関節可動域（以下 ROM）の拡大（特に膝関節伸展可動域）
- ⑦ 患者さん教育



《治療・トレーニング方法》（ ）内は目的

- ① 膝伸展位での膝蓋骨モビライゼーション（お皿動かし運動）
- ② 足部スライド・膝抱え（膝関節可動域の拡大） 図1
- ③ 膝伸展運動（大腿四頭筋筋力強化） 図2
- ④ アクティブ SLR（ハムストリングスグラフトの場合：大腿四頭筋筋力強化）
- ⑤ 座位での膝伸展運動：膝関節屈曲 90°～45°まで（大腿四頭筋筋力向上）
- ⑥ セラバンドエクササイズ（大殿筋・ハムストリングス・中殿筋筋力強化）
- ⑦ カーフレイズ（腓腹筋・ヒラメ筋筋力強化）
- ⑧ Knee Bend Walking（歩行能力の獲得） 図4
- ⑨ 前後方向ステップ動作（歩容の改善）
- ⑩ ハーフスクワット（臀筋筋力強化・バランス能力の獲得） 図5
- ⑪ エアロバイク（膝屈曲可動域 120°以上：3 週以降）
- ⑫ ハムストリングスのセルフストレッチ
- ⑬ RICE：運動後の休息・冷却・圧迫・挙上（腫れ・痛み管理） 図6

《リハビリ内容ステップアップのための基準》

- ① 腫れの軽減
- ② 自・他動的膝関節伸展可動域 -5°以内
- ③ 上記、急性期トレーニングメニューを全てできる

- ④ 両下肢スクワットアライメントが均一である
- ⑤ 患側での片脚立位が10秒可能である

《注意事項》

- ① 移植腱に膝蓋腱を用いた患者さんの場合は、アクティブ SLR・強度の高い膝伸展運動は実施しない
- ② 移植腱にハムストリング腱を用いた患者さんの場合は、強度の高いハムストリングトレーニングを実施しない
- ③ 激しい痛みを起こさせない
- ④ 可能なトレーニングをゆっくりと着実に実施する
- ⑤ 合併症、恐怖心、痛みなどを観察する



図1) 足部スライド・膝抱え(特に伸ばす方は入念に)



図2) 膝伸展運動



図3) アクティブ SLR



図4) Knee Bend Walking



図5) ハーフスクワット



図6) RICE 処置(安静・冷却・圧迫・挙上) 膝伸展が困難な場合は軽度屈曲位にて挙上する

■中期(5週～12週)



《目標》

- ① 膝関節正常可動域の獲得(半月板損傷に伴う可動域制限も含む)
- ② 歩行時痛みなし
- ③ 正常な神経筋コントロール
- ④ 等尺性膝関節伸展筋力 60%以上(健側比)

《治療・トレーニング方法》 ()内は目的

- ① 片脚立位バランス練習(静的アライメントの修正) 図7
- ② 固有感覚受容器・神経筋トレーニング(動的バランス能力の向上)
- ③ スプリットスクワット(臀筋・ハムストリングス強化) 図8
- ④ セラバンドスクワット(大腿四頭筋・中殿筋・大殿筋筋力強化) 図9
- ⑤ 体幹トレーニング(動作時の体幹安定性の獲得)
- ⑥ Side Knee Bend Walking(セラバンド利用) 図10
- ⑦ フォワード・サイドランジ(バランス能力の獲得)
- ⑧ ブリッジ動作(安定してきたら Swiss Ball 使用)(ハムストリングス強化) 図11
- ⑨ レッグカール:低負荷(9週以降:ハムストリングス強化)
- ⑩ 下肢ストレッチ(大腿四頭筋・ハムストリングスなど)
- ⑪ エアロバイク(120-130HR/20-30分間)(全身持久力向上・股・膝関節 ROM 拡大)
- ⑫ RICE:運動後の休息・冷却・圧迫・挙上(腫れ・痛み管理)

《リハビリ内容ステップアップのための基準》

- ① 腫れの軽減
- ② 関節内水腫なし
- ③ 歩行バランスの獲得
- ④ 膝関節正常関節可動域の獲得
- ⑤ 徒手筋力計などを用いた等尺性膝関節伸展筋力 60%以上(健側比)
- ⑥ Y-バランステスト(前方&後側方)90%以上(健側比)
- ⑦ 以上、6項目ができるようになれば、術後11週目からランニング許可

《注意事項》

- ① トレーニングにおいて量的よりも質的な身体動作を評価すること
- ② 常に痛みと腫れを観察すること
- ③ 9週以降は、膝関節 45°～90°の範囲で屈曲・伸展のトレーニング強度を徐々に上げる



図7) 片脚立位バランス練習 (不安定な肢位に注意)



図8) スプリットスクワット



図9) セラバンドスクワット (膝がつま先より前にならないように)



図10) Side Knee Bend Walking



図11) 膝屈曲位&伸展位のブリッジ動作 with Swiss Ball (背中を反らさないように注意)

■後期(13週-20週)



《目標》

- ① 膝関節正常可動域(屈曲・伸展)を確保する
- ② 筋力向上
- ③ ランニング開始(但し、ランニングを開始してもよい程度の関節可動域と筋力回復が得られていること、またランニング前後に関節内水腫がないこと)

《治療・トレーニング方法》 ()内は目的

- ① 中期トレーニングは継続
- ② ブルガリアンスクワット(筋力・バランス能力の向上) 図12
- ③ ツイスティング&クロスオーバー 図13
- ④ ダウンスクワット(両脚)
- ⑤ ランニングの開始(時速 8km~)
* 痛みなし(テーピングなどで痛みがない場合は継続)
- ⑥ トラックなど緩やかなカーブでのランニング開始
- ⑦ 片脚ランディング 図14
- ⑧ もも上げ動作(ランニング時の脚の入れ替えの学習) 図15
- ⑨ ジャンプアップ&ダウントレーニング 図16
- ⑩ ランニング&ストップトレーニング
- ⑪ RICE:運動後の休息・冷却・圧迫・挙上(腫れ・痛み管理)

《リハビリ内容ステップアップのための基準》

- ① 腫れと痛みなし
- ② Biodex などによる等速性筋力70%以上(健側比:角速度 60°/80°/300°)
- ③ 45分以上のランニング可能(関節内水腫なし)
- ④ 不安定板での下肢アライメントが良好
- ⑤ 両脚ジャンプ時の下肢アライメントが良好

《注意事項》

- ① 過負荷・高頻度なオーバーユースを避ける
- ② 運動時・運動後の痛みと腫れを観察すること



図12)ブルガリアンスクワット



図13)ツイステイング



図14)片脚ランディング



図15)脚の入れ替え動作

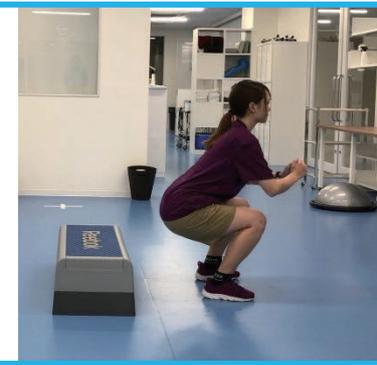


図16)ジャンプアップ&ダウントレーニング

■復帰準備期(21週-32週)



《目標》

- ① 身体活動量や質も含めて受傷前の状態に戻す
- ② 十分な筋力発揮が可能
- ③ 持久力の回復
- ④ 競技特性に沿った動作を恐怖心なく実施可能

《治療・トレーニング方法》 ()内は目的

- ① 後期トレーニングは継続
- ② 片脚ホップオン(片脚バランス能力獲得) 図17
- ③ 片脚ジャンプアップ&ダウントレーニング(バランス能力獲得) 図18
- ④ カッティング動作(バランス能力・俊敏性の獲得) 図19
- ⑤ ピポット動作(バランス・後方転換動作能力)
- ⑥ ジグザグ走行(前方・後方・側方)
- ⑦ ラダートレーニング(巧緻動作の獲得)
- ⑧ 加速走開始(0→80% 100m)筋パワーの回復(特にハムストリングス)
- ⑨ ジャンプアップ&リアクショントレーニング(アクション・リアクション動作の向上) 図20
- ⑩ 40m スプリント(100%)
- ⑪ プライオメトリックトレーニング(下肢筋パワー・コーディネーション)
- ⑫ 競技特性に沿ったトレーニング(パス・ドリブル・投げる・打つ)
- ⑬ RICE:運動後の休息・冷却・圧迫・拳上(腫れ・痛み管理)

《アスリートで筋力評価を行う患者さんにおける復帰基準の目安》

- ① Biodex などによる等速性筋力 90%以上(健側比:角速度 60°/80°/300°)
- ② Biodex などによる等速性筋力 H/Q ratio 50%以上
- ③ 1 & 3 Steps Hop test の距離 85%以上(健側比)
- ④ 予防に関する知識や自己管理能力を有していること
- ⑤ これまでの全てのプロトコール基準を痛みなく実施できること

《注意事項》

- ① 各段階のタイムラインは受傷時の合併症や個人の状態により進捗は変化する
- ② 等速性筋力評価時は H/Q ratio を必ず考慮する(本来 55%以上が望ましい)
- ③ 股関節の可動域と筋力は常に評価・向上を図る



図17) 片脚ホップオントレーニング



図18) 片脚ジャンプアップ&ダウントレーニング



図19) ジャンプダウン&カッティング動作



図20) ジャンプアップ&リアクショントレーニング

参考文献

- 1) Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, et al.: Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*, 2006, 34: 1512-1532.
- 2) Logerstedt DS, Snyder-Mackler L, Ritter RC, et al.: Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2010, 40: A1-a37.
- 3) Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP: Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006, 36: 267-288.
- 4) Filbay SR, Grindem H: Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2019, 33: 33-47.
- 5) Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, et al.: Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med*, 2013, 41: 1549-1558.
- 6) Fuentes A, Hagemester N, Ranger P, et al.: Gait adaptation in chronic anterior cruciate ligament-deficient patients: Pivot-shift avoidance gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2011, 26: 181-187.
- 7) Dervin GF, Taylor DE, Keene GC: Effects of cold and compression dressings on early postoperative outcomes for the arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction patient. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1998, 27: 403-406.
- 8) Markel DC, Morris GD: Effect of external sequential compression devices on femoral venous blood flow. *J South Orthop Assoc*, 2002, 11: 2-9; quiz 10.
- 9) Schröder D, Pässler HH: Combination of cold and compression after knee surgery. A prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1994, 2: 158-165.
- 10) Konrath GA, Lock T, Goitz HT, et al.: The use of cold therapy after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study and literature review. *Am J Sports Med*, 1996, 24: 629-633.
- 11) Cohn BT, Draeger RI, Jackson DW: The effects of cold therapy in the postoperative management of pain in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 1989, 17: 344-349.
- 12) Rice DA, McNair PJ: Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. *Semin Arthritis Rheum*, 2010, 40: 250-266.
- 13) McNair PJ, Marshall RN, Maguire K: Swelling of the knee joint: effects of exercise on quadriceps muscle strength. *Arch Phys Med Rehabil*, 1996, 77: 896-899.
- 14) Rice D, McNair PJ, Dalbeth N: Effects of cryotherapy on arthrogenic muscle inhibition using an experimental model of knee swelling. *Arthritis Rheum*, 2009, 61: 78-83.
- 15) Quelard B, Sonnery-Cottet B, Zayni R, et al.: Preoperative factors correlating with prolonged range of motion deficit after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2010, 38: 2034-2039.
- 16) Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, et al.: Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med*, 1991, 19: 332-336.
- 17) Mayr HO, Weig TG, Plitz W: Arthrofibrosis following ACL reconstruction--reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2004, 124: 518-522.
- 18) Shelbourne KD, Klotz C: What I have learned about the ACL: utilizing a progressive rehabilitation scheme to achieve total knee symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sci*, 2006, 11: 318-325.
- 19) Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, et al.: The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1994, 20: 60-73.
- 20) Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, et al.: Contralateral limb strength deficits after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon graft. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2007, 22: 543-550.
- 21) Eitzen I, Holm I, Risberg MA: Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med*, 2009, 43: 371-376.
- 22) Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E: Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched

- follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2000, 8: 337-342.
- 23) Wilk KE, Andrews JR: The effects of pad placement and angular velocity on tibial displacement during isokinetic exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1993, 17: 24-30.
 - 24) Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, et al.: Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of a randomized clinical trial. *Phys Ther*, 2009, 89: 51-59.
 - 25) Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, et al.: Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med*, 2010, 38: 1968-1978.
 - 26) Madhavan S, Shields RK: Neuromuscular responses in individuals with anterior cruciate ligament repair. *Clin Neurophysiol*, 2011, 122: 997-1004.
 - 27) Melnyk M, Faist M, Gothner M, et al.: Changes in stretch reflex excitability are related to "giving way" symptoms in patients with anterior cruciate ligament rupture. *J Neurophysiol*, 2007, 97: 474-480.
 - 28) Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, et al.: Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 2005, 33: 1003-1010.
 - 29) Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al.: A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med*, 2008, 36: 1476-1483.
 - 30) Ageberg E: Neuromuscular training optimises knee function after arthroscopic ACL reconstruction. *Aust J Physiother*, 2007, 53: 287.
 - 31) Risberg MA, Holm I, Myklebust G, et al.: Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, 2007, 87: 737-750.
 - 32) Chmielewski TL, Hurd WJ, Rudolph KS, et al.: Perturbation training improves knee kinematics and reduces muscle co-contraction after complete unilateral anterior cruciate ligament rupture. *Phys Ther*, 2005, 85: 740-749; discussion 750-744.
 - 33) Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L: The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physical active individuals. *Phys Ther*, 2000, 80: 128-140.
 - 34) Loenneke JP, Abe T, Wilson JM, et al.: Blood flow restriction: an evidence based progressive model (Review). *Acta Physiol Hung*, 2012, 99: 235-250.
 - 35) Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ: Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res*, 2013, 27: 2914-2926.
 - 36) Draper V, Ballard L: Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther*, 1991, 71: 455-461; discussion 461-454.
 - 37) Delitto A, Rose SJ, McKowen JM, et al.: Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther*, 1988, 68: 660-663.
 - 38) Rougraff BT, Shelbourne KD: Early histologic appearance of human patellar tendon autografts used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1999, 7: 9-14.
 - 39) Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, et al.: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med*, 1999, 27: 821-830.
 - 40) Weiler A, Hoffmann RF, Bail HJ, et al.: Tendon healing in a bone tunnel. Part II: Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Arthroscopy*, 2002, 18: 124-135.
 - 41) Ekdahl M, Wang JH, Ronga M, et al.: Graft healing in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2008, 16: 935-947.
 - 42) J N: Clinical decisions in therapeutic exercise, planning and implementation, 2005.
 - 43) Paris MJ, R.B. Wilcox III, P.J. Millett: Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Surgical Management and Postoperative Rehabilitation Considerations. *rehabilitation*, 4: 5.
 - 44) van Grinsven S, van Cingel RE, Holla CJ, et al.: Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2010, 18: 1128-1144.

- 45) Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, et al.: Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med*, 2005, 33: 745-764.
- 46) Hartigan EH, Zeni J, Jr., Di Stasi S, et al.: Preoperative predictors for noncopers to pass return to sports criteria after ACL reconstruction. *J Appl Biomech*, 2012, 28: 366-373.
- 47) Frobell RB, Svensson E, Göthrick M, et al.: Self-reported activity level and knee function in amateur football players: the influence of age, gender, history of knee injury and level of competition. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2008, 16: 713-719.
- 48) Kowalchuk DA, Harner CD, Fu FH, et al.: Prediction of patient-reported outcome after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2009, 25: 457-463.
- 49) Dunn WR, Spindler KP: Predictors of activity level 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR): a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) ACLR cohort study. *Am J Sports Med*, 2010, 38: 2040-2050.
- 50) Spindler KP, Huston LJ, Wright RW, et al.: The prognosis and predictors of sports function and activity at minimum 6 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a population cohort study. *Am J Sports Med*, 2011, 39: 348-359.
- 51) Karim A, Pandit H, Murray J, et al.: Smoking and reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br*, 2006, 88: 1027-1031.
- 52) Lebel B, Hulet C, Galaud B, et al.: Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone autograft: a minimum 10-year follow-up. *Am J Sports Med*, 2008, 36: 1275-1282.
- 53) Spindler KP, Warren TA, Callison JC, Jr., et al.: Clinical outcome at a minimum of five years after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87: 1673-1679.
- 54) Dunn WR, Spindler KP, Amendola A, et al.: Which preoperative factors, including bone bruise, are associated with knee pain/symptoms at index anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR)? A Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) ACLR Cohort Study. *Am J Sports Med*, 2010, 38: 1778-1787.
- 55) Collins JD, Almonroeder TG, Ebersole KT, et al.: The effects of fatigue and anticipation on the mechanics of the knee during cutting in female athletes. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2016, 35: 62-67.
- 56) Tamura A, Akasaka K, Otsudo T, et al.: Fatigue Alters Landing Shock Attenuation During a Single-Leg Vertical Drop Jump. *Orthop J Sports Med*, 2016, 4: 2325967115626412.
- 57) Reichard LB, Croisier JL, Malnati M, et al.: Testing knee extension and flexion strength at different ranges of motion: an isokinetic and electromyographic study. *Eur J Appl Physiol*, 2005, 95: 371-376.
- 58) Hart JM, Kuenze CM, Pietrosimone BG, et al.: Quadriceps function in anterior cruciate ligament-deficient knees exercising with transcutaneous electrical nerve stimulation and cryotherapy: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*, 2012, 26: 974-981.
- 59) Hodges PW, Mellor R, Crossley K, et al.: Pain induced by injection of hypertonic saline into the infrapatellar fat pad and effect on coordination of the quadriceps muscles. *Arthritis Rheum*, 2009, 61: 70-77.
- 60) Glass NA, Torner JC, Frey Law LA, et al.: The relationship between quadriceps muscle weakness and worsening of knee pain in the MOST cohort: a 5-year longitudinal study. *Osteoarthritis Cartilage*, 2013, 21: 1154-1159.
- 61) Leys T, Salmon L, Waller A, et al.: Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med*, 2012, 40: 595-605.
- 62) Kaeding CC, Pedroza AD, Reinke EK, et al.: Risk Factors and Predictors of Subsequent ACL Injury in Either Knee After ACL Reconstruction: Prospective Analysis of 2488 Primary ACL Reconstructions From the MOON Cohort. *Am J Sports Med*, 2015, 43: 1583-1590.
- 63) Ahn JH, Lee SH: Risk factors for knee instability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24: 2936-2942.
- 64) Beaulieu ML, Oh YK, Bedi A, et al.: Does limited internal femoral rotation increase peak anterior cruciate ligament strain during a simulated pivot landing? *Am J Sports Med*, 2014, 42: 2955-2963.
- 65) Amraee D, Alizadeh MH, Minoonejhad H, et al.: Predictor factors for lower extremity malalignment and non-contact anterior cruciate ligament injuries in

- male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25: 1625-1631.
- 66) Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, et al.: 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.
- 67) Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, et al.: Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med*, 2007, 35: 1123-1130.
- 68) Frank B, Bell DR, Norcross MF, et al.: Trunk and hip biomechanics influence anterior cruciate loading mechanisms in physically active participants. *Am J Sports Med*, 2013, 41: 2676-2683.
- 69) Podlog L, Dimmock J, Miller J: A review of return to sport concerns following injury rehabilitation: practitioner strategies for enhancing recovery outcomes. *Phys Ther Sport*, 2011, 12: 36-42.
- 70) Webster KE, Feller JA, Lambros C: Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport*, 2008, 9: 9-15.
- 71) Aizawa J, Hirohata K, Ohji S, et al.: Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sports With Cutting, Pivoting, and Jump-Landings After Primary ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med*, 2020, 8: 2325967120964484.

Abstract

Evidence based management and rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction of the knee

Takayuki Miyamori¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾, Yuji Takazawa¹⁾⁵⁾, Masashi Nagao¹⁾⁵⁾⁸⁾, Junya Aizawa¹⁾²⁾³⁾, Emi Nakamura¹⁾²⁾³⁾, Haruka Kadoya⁴⁾, Shun Kuwano³⁾, Konoka Yoshino³⁾, Noriaki Aida³⁾, Eriko Kitahara²⁾³⁾, Toshiyuki Fujiwara²⁾⁶⁾, Hiroshi Ikeda²⁾⁵⁾

¹⁾ Sports Medicine, Faculty of Medicine, Juntendo University

²⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University

³⁾ Department of Rehabilitation, Juntendo University Hospital

⁴⁾ Post Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

⁵⁾ Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Juntendo University

⁶⁾ Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Juntendo University

⁷⁾ Juntendo University Sports and Regenerative Medicine

⁸⁾ Juntendo Medical Technology Innovation Center

Anterior cruciate ligament injury is one of the most severe sports injuries. Surgical reconstruction and early postoperative rehabilitation are generally recommended for treatment. In recent years, rehabilitation that emphasizes the biological healing process has been implemented. Postoperative rehabilitation aims to improve tissue healing, range of motion of joints, muscle strength and balance ability, which are conducted in stages based on assessment of periodic physical function. It is also necessary to address psychological preparation such as reduction of fear of movement when returning to sports. It is important to evaluate these issues comprehensively and share solutions with the patients. In this paper, we will discuss the management of patients after anterior cruciate ligament reconstruction based on evidence. Additionally, we introduce the rehabilitation protocol based on assessment of physical function.

Key Words: anterior cruciate ligament injury, postoperative management, staged rehabilitation, functional assessment, return to play

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 10-26, 2022]

医療系教育機関とメディアとの関りについて考える — TVドラマを監修した経験から —

佐藤 英介

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要 旨

本稿では、TVドラマを監修した経験から、医療系教育機関とメディアとの関りについて記述する。医療系教育機関（診療放射線技師養成機関）が置かれている現状、診療放射線技師の認知度、TVドラマが診療放射線技師のイメージに与える影響から、診療放射線技師を目指すという明確な目標を持った意識の高い学生を獲得するために必要な情報発信の方法について考察する。

キーワード：医療系教育機関、メディア、診療放射線技師、TVドラマ

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 27-31頁, 2022年

診療放射線技師養成機関の現状

2022年1月現在、診療放射線技師養成機関は全54校である¹⁾。このうち、文部科学大臣指定は39校（72%）、厚生労働大臣指定は15校（28%）であり、国立は12校（22%）、公立は4校（8%）、私立は38校（70%）という内訳になっている（図1）。本学部は2019年4月に開学部し、診療放射線学科は1学年の定員数120名と全国の中でも大所帯の診療放射線技師養成機関である。2022年1月現在、診療放射線技師養成機関の定員数は全国で約3,500人となっている。令和2年（2020）人口動態統計（確定数）の概況²⁾によると、人口千対の出生数は840,835人であり、令和元年（2019）に比べて24,404人の減少（減少率：2.8%）となっており、学生を獲

得するための戦国時代に突入している。国公立は私立に比べて学費の面で優位であること、定員数が少ないことなどの理由から、学生の獲得に苦慮することは少ないと思われる。一方、全体の70%を占める私立の診療放射線技師養成機関は群雄割拠の状態にあり、学生の獲得が大きな責務となっている。この状況において、診療放射線技師養成機関はどのようにして意識の高い学生を獲得すべきであろうか？

全国の診療放射線技師養成機関ホームページを閲覧すると、パッと目に留まる工夫が施されており、各校の特徴を垣間見ることができる。しかし、入学の決め手となるような大きな差はなく、ホームページでの差別化は難しい。そのため、各校はオープンキャンパスや進学説明会などを開催して学生にアピールするわけであるが、2020年以降は新型コロナウイルス（COVID-19）の影響により、オープンキャンパスや進学説明会を満足に開催できていない状況が続いている。そうすると、学生は何を指標にして志望校を決定するのであるか？各校の“ネームバリュー・キャンパスの所在地・学費”は大きな要素になると思われるが、これらは診療放射線技師を目指すという明確な目標を持った意識の高い学生を獲得することに直結しているとは限らない。逆に、“有名だから・通学が楽だから・学費が安いから”などを理由とした学生を取り込む要素になっている可能性もある。この状況は、どの診療放射線技師養成機関でも同じであり、差別化できていないのが現状である。

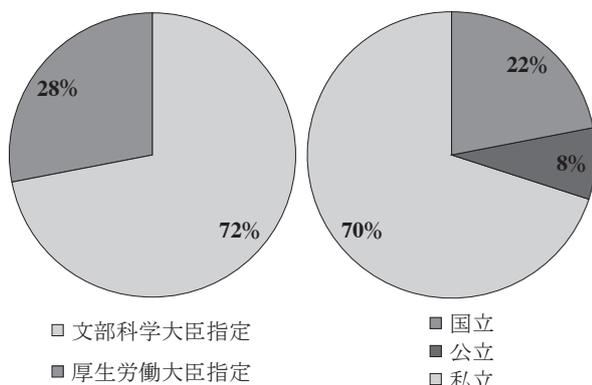


図1 診療放射線技師養成機関の内訳

左：文部科学大臣指定（39校）と厚生労働大臣指定（15校）の別、右：国立（12校）・公立（4校）・私立（38校）の別

責任著者：佐藤英介

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丁目1番1号

E-mail: e.sato.ft@juntendo.ac.jp

診療放射線技師の認知度

リクルート進学総研の第9回「高校生と保護者の進路に関する意識調査」2019年報告書³⁾において、「【高校生】就きたい職業ランキング」が掲載されている。このランキングは、「高校生1997人に対して将来なりたいたい職業があるか」と「保護者1759人に対して将来子どもになってほしい職業があるか」を調査したものである。アンケート結果をみると、収入が安定している職業（教師・公務員）や資格を取得して手に職を付ける職業（医療職）の人気の高い。このアンケート結果で特筆すべきは、診療放射線技師がランクインしていることである。高校生（全体）では第10位（2.7%）、高校生（女子）では第9位にランクインしている。このアンケート結果は、一般社会に診療放射線技師が認知されてきていることを意味しており、この背景にはメディアによる認知度の向上が大きく関与していると推測される。

診療放射線技師はどのように認知されているのだろうか？おそらく、多くの人々が“レントゲン技師”と認識していると思われる。しかし、この認識は正しくはない。診療放射線技師は放射線を利用したX線検査だけでなく、磁場を利用したMRI検査、超音波を利用した超音波検査、無散瞳眼底写真撮影検査、放射性同位元素を利用した核医学検査、様々な放射線を利用した放射線治療、医療機器の品質保証・品質管理、放射線業務従事者の登録・管理、画像診断における読影補助など、その業務は多岐にわたる。しかし、診療放射線技師の業務が一般社会に認知されることは少なく、“レントゲンを撮影している人”から脱却できない時代が長く続いていた。この状況を打破したのが、グランドジャンプ（集英社）で2015年から連載されているコミック『ラジエーションハウス』⁴⁾である。『ラジエーションハウス』は、病の原因を探るべく画像検査に携わる診療放射線技師を主人公にした漫画であり、現代医療を支える画像診断のエキスパートの世界が描かれている。コミックの登場は、診療放射線技師や放射線科医の中で大きな話題となった。その後、2019年4月期にドラマ『ラジエーションハウス～放射線科の診断レポート～』⁵⁾がフジテレビ（月9）で放送され、一般社会に診療放射線技師を認知してもらえぬ絶好の機会となった。TVドラマという媒体が、今までのイメージ（診療放射線技師＝レントゲン技師）を覆したと言える。このドラマが一般社会に与えたインパクトは大きく、2021年10月期には続編としてドラマ『ラジエーションハウスⅡ～放射線科の

診断レポート～』⁶⁾が放送され、2022年4月には劇場版『ラジエーションハウス』⁷⁾の公開が決定している。

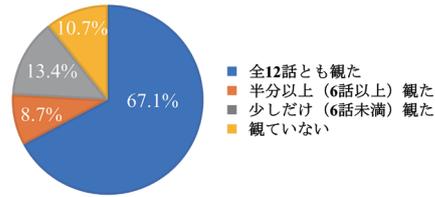
『ラジエーションハウス』が与えた影響

『ラジエーションハウス』の監修を担当されているのは、五月女康作先生（福島県立医科大学）である。五月女先生とは共同研究や学会の委員会活動などを通して親交を深めてきたが、これをきっかけに『ラジエーションハウス』の技師監修を担当させていただくことになった。

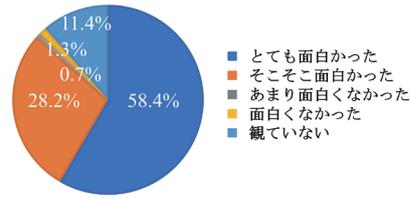
前作（2019年4月期）のドラマ『ラジエーションハウス～放射線科の診断レポート～』の技師監修を担当した際、診療放射線技師や放射線科医から応援のお言葉をたくさん頂戴した。また、診療放射線学科の学生からは「ドラマのおかげで家族や友人に診療放射線技師のことを知ってもらえて良かったです」などの感想もいただいた。一方で、「一般社会ではどのように受け止められているのか？」という疑問が残っていた。ドラマの放送が終了した後に開催されたオープンキャンパス（2019年8月31日）において、模擬講義「ラジエーションハウスから学ぶ診療放射線技師の世界（仕事）」を担当する機会を得た。この模擬講義において、オープンキャンパスの参加者149名（高校生・保護者）を対象に、ドラマが診療放射線技師のイメージに与えた影響に関してGoogleフォームを用いたアンケート調査を実施した。図2に、アンケート結果を示す。設問1「ラジエーションハウス（月9）をご覧になりましたか？」で「観た」が89.2%、設問2「ラジエーションハウス（月9）の感想は？」で「面白かった」が86.6%、設問3「ラジエーションハウス（月9）を観て診療放射線技師の世界（仕事）を理解できましたか？」で「理解できた」が74.5%、設問4「ラジエーションハウス（月9）を観て診療放射線技師に対する印象は変わりましたか？」で「変わった」が59.1%、設問5「ラジエーションハウス（月9）を観て診療放射線技師に興味を持つようになりましたか？」で「興味を持つようになった」が79.2%、設問6「ラジエーションハウス（原作）を読んだことはありますか？」で「読んだことがある」が22.8%であった。この結果で注目すべきは、設問5で「興味を持つようになった」の回答が79.2%であったことである。これまで、診療放射線技師が一般社会に認知される機会はなかった。ところが、ドラマ放送後には診療放射線技師が広く認知され、診療放射線技師に興味を持つようになった人が増加しているという結果が得られている。

続編（2021年10月期）のドラマ『ラジエーションハ

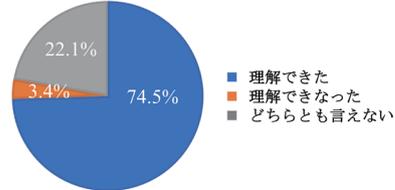
<設問1>
ラジエーションハウス（月9）をご覧になりましたか？



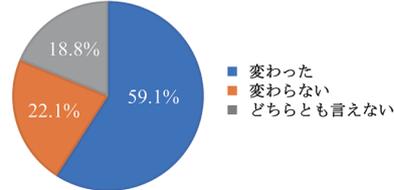
<設問2>
ラジエーションハウス（月9）の感想は？



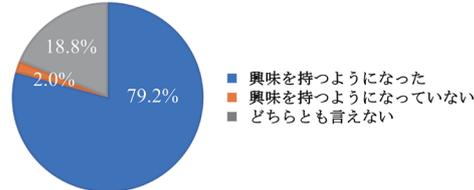
<設問3>
ラジエーションハウス（月9）を観て診療放射線技師の世界（仕事）を理解できましたか？



<設問4>
ラジエーションハウス（月9）を観て診療放射線技師に対する印象は変わりましたか？



<設問5>
ラジエーションハウス（月9）を観て診療放射線技師に興味を持つようになりましたか？



<設問6>
ラジエーションハウス（原作）を読んだことはありますか？

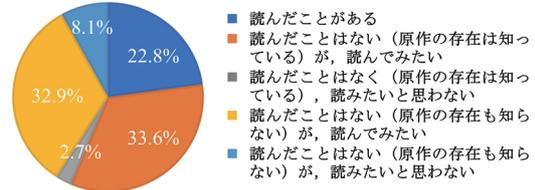


図2 ドラマが診療放射線技師のイメージに与えた影響

オープンキャンパス（2019年8月31日開催）の参加者149名（高校生・保護者）を対象に、Google フォームを用いたアンケート調査（設問1～6に対して択一式）を実施した。

『ラジエーションハウスⅡ～放射線科の診断レポート～』では、“技師監修のとりまとめ”を担当した。本稿では技師監修や撮影現場に関する記述は割愛するが、第8話において診療放射線学科実習棟がロケ地に選定された。第8話の放送後には、診療放射線学科の学生から「モチベーションが上がりました」などの声上がり、診療放射線学科の学生にとってモチベーションを向上させるきっかけになったと感じている。また、ドラマ『ラジエーションハウスⅡ～放射線科の診断レポート～』では、クレジットに“技師監修：佐藤英介（順天堂大学）”および“医療画像協力：順天堂大学”を入れていただいた。ドラマを視聴した多くの方から連絡をいただき、クレジットが及ぼす効果は大きいと実感している。一方、一般社会に対するクレジットの効果は未知であるが、今後の受験者数や入学者数が1つの指標になるかもしれない。このクレジット効果が、本学部にとってプラスに働いていることを願うばかりである。

総括

ドラマを監修した経験から、医療系教育機関とメディアとの関りについてまとめる。コミック『ラジエ

ーションハウス』に目を向けると、媒体は雑誌・コミック・電子書籍の3通りである。放射線業務に関連している診療放射線技師や放射線科医の目には留まっているのは言うまでもないが、一般社会に広く周知する媒体としては弱い可能性がある。これは、アンケート結果（図2）に反映されているように思う。設問6「ラジエーションハウス（原作）を読んだことはありますか？」で「読んだことはない」が77.2%を占め、意外にも読者は多くなかった。コミックでさえも、読む気にさせるための特別な広報活動が必要であることが示唆される。ホームページやSNSで情報を頻繁に発信したとしても、文字を読むことで情報を収集する媒体だけでは、一般社会の目には留まりにくい。やはり、一瞬で見聞きできる情報を提供するTVを代表としたメディアの影響力は大きい。実際、一般社会で診療放射線技師の認知度が向上したのは、TVドラマ化されたことが最大の要因であると推測できる。

これは、医療系教育機関の広報においても同様ではないだろうか？ホームページやSNSで一方向的に情報を発信しているだけでは、意識の高い学生を獲得する方策としては弱く、受信側の立場で情報を発信する必

要がある。すなわち、受信側が何の情報を得ようとしているのかを十分にリサーチした上で情報を発信しなければ、結局は情報が届いていないことと同義である。医療系教育機関の1つである診療放射線技師養成機関では、学生の獲得競争が激化している。特に、私立の診療放射線技師養成機関は、意識の高い学生を獲得するのが難しい状況にある。この状況を打開するためには、国家試験（診療放射線技師国家試験・第1種放射線取扱主任者試験）の合格率、就職率、他校との差別化を図った独自のカリキュラム、最新の研究動向、などを発信することが有用である。しかし、これらの情報を“正しく・幅広く・一瞬で見聞き”できるように情報を発信しなければ意味を持たず、そのためには情報を発信する媒体がKEYとなる。ドラマを監修した経験から、TVというメディアが持つ影響力の大きさを実感している。必ずしもTVというメディアが良いとは限らないが、“双方向での情報共有が可能な一瞬で見聞きできる情報を提供できる媒体（メディア）を利用した広報活動”を実現することが、意識の高い学生を獲得する方策の1つになると考える。

謝辞

ドラマ『ラジエーションハウスⅡ～放射線科の診断レポート～』で技師監修の取りまとめ役という重責を任せていただいた五月女康作先生、技師監修ならびに撮影許可をご快諾いただいた新井一学長、代田浩之学部長、京極伸介学科長、坂野康昌副学科長、保健医療学部教職員各位に深謝の意を表す。長きにわたりサポートしていただいた技師監修メンバー、集英社、フジテレビのスタッフとキャストの皆様に感謝の意を表す。

倫理的配慮

本論説において、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

本論説において、利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) 会員校一覧, 全国診療放射線技師教育施設協議会. https://www.hosyasen-kyougikai.org/school_list/, 2022年1月28日.
- 2) 令和2年(2020)人口動態統計(確定数)の概況—第1表 人口動態総覧—, 厚生労働省. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei20/index.html>, 2022年1月28日.
- 3) 第9回「高校生と保護者の進路に関する意識調査」2019年 報告書(一般社団法人全国高等学校PTA連合会・(株)リクルートマーケティングパートナーズ調べ), リクルート進学総研. 2020年2月.
- 4) グランドジャンプ, 集英社. <http://grandjump.shueisha.co.jp/manga/radiation.html>. 2022年1月28日.
- 5) ラジエーションハウス～放射線科の診断レポート～, フジテレビ. <https://www.fujitv.co.jp/radiationhouse/>. 2022年1月28日.
- 6) ラジエーションハウスⅡ～放射線科の診断レポート～, フジテレビ. <https://www.fujitv.co.jp/radiationhouse2/>. 2022年1月28日.
- 7) 劇場版ラジエーションハウス, ©2022横幕智裕・モリタイシ/集英社・映画「ラジエーションハウス」製作委員会. <https://radiationhouse-movie.jp/>. 2022年1月28日.

Abstract

The relationship between medical educational institutions and the media based on the experience of supervising a television drama

Eisuke Sato

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

This article describes the relationship between medical educational institutions and the media based on the experience of supervising television dramas. Considering the current status of medical educational institutions (training institutions for radiological technologists), the level of recognition of radiological technologists, and the influence of television dramas on the image of radiological technologists, methods to attract students with high awareness will be discussed.

Key Words: medical educational institution, media, radiological technologist, television drama

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 27-31, 2022]

保健医療学部における ICT を活用した教育の取り組み

住瀬洋二、磯部 豊

本郷・お茶の水キャンパス事務室 教務課（保健医療学部）

要 旨

新型コロナウイルスの流行により、保健医療学部では2020年度前期から遠隔授業が導入された。学生がキャンパスに来られないというかつてない状況の中、手探り状態で遠隔授業が開始された。当初は Zoom によるオンライン授業中心であったが、遠隔授業導入から現在までの約2年間の間に、各教員がより教育効果の高い授業になるよう様々な工夫を凝らして授業改善に取り組んでいる。とりわけ注目すべきは、今までの対面授業では活用が限られていた Information and Communication Technology (ICT) の積極的な導入である。ICT も日々進化をしており、新たなツールも急速に普及してきている。本稿では、それら ICT を活用した本学部の教育の取り組みを報告する。

キーワード：ICT、遠隔授業、Zoom、オンデマンド、スマートグラス

順天堂保健医療学雑誌，第3巻，第1号，32-36頁，2022年

1. はじめに

我が国の大学教育においては、文部科学省より教育の質向上の観点や大学の知を広く国内外に発信する観点からも、ICT の利活用を推進することが求められている¹⁾。高等教育機関における ICT の利活用に関する調査も行われており、大学・短期大学・高等専門学校 1173機関（回答数709機関）を対象にした調査では、学修管理システム（Learning Management System）を導入している大学の割合は69.2%、e ポートフォリオを導入している大学の割合は47.0%であり、大学教育においても ICT の利活用が広がってきていることが伺える²⁾。また、ICT 活用に関する研究も多く行われてきており、本田（2016）は ICT を活用することは「内容の理解の深化につながる」「重複した学びが可能となる」「多様な学びの場の形成が可能となる」の3つの有用性があり、ICT 活用が学修支援として有効であることを示唆している³⁾。

本学部では、医療系学部ということで将来的に患者さんを含めたチーム医療の一員として対人コミュニケーションが必要になってくることもあり、2019年度の学部開設から対面での教育を重視する傾向にあった。しかし、新型コロナウイルスが流行し始めた2020年度前期の授業より、半ば強制的に授業を遠隔に切り替える必要に迫られた。当初は Zoom によるオンライン授業を中心に実施することとなったが、各教員とも

手探り状態で試行錯誤を繰り返しながらの授業実施となっていた。この新型コロナウイルス流行を契機としたオンライン授業の導入により、本学では ICT を活用した教育が急速に普及した。このような状況の中で、ICT を活用した教育のメリットが認識され、今までの対面重視の教育を発展させ、また、新たな ICT ツールの導入により、対面授業だけでは実現不可能だった取り組みを積極的に進めている。本稿では、その取り組みを報告する。

2. オンライン授業

本学部では2020年度前期から Zoom を使用してのオンライン授業が導入された（図1）。今までの対面授

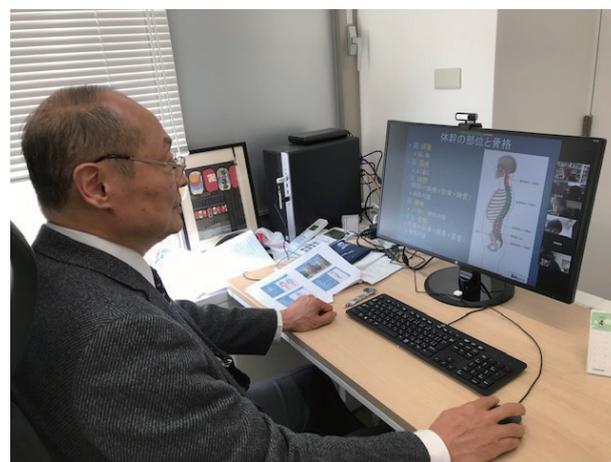


図 1

責任著者：住瀬洋二

本郷・お茶の水キャンパス事務室 教務課（保健医療学部）

〒113-8421 東京都文京区本郷2丁目1番1号

E-mail: y-sumise@juntendo.ac.jp

業とは異なる形での授業となり、初めは Zoom の使い方に慣れなかった教員も次第に使いこなしてきており、現在ではそれぞれの教員がオンライン授業に合わせた工夫を行っている。

一例として、講義スライド作成において従来の授業とは異なる準備が必要となっている。従来の授業では教室の大型スクリーン又は天井モニターにスライドを投影するため、多少小さい文字や図でも問題はなかった。しかし、オンライン授業では学生が使用するデバイスも様々で、学生によっては小さいモニターのデバイスで受講している場合もあり、スライドに使用する文字や図の大きさにも配慮が必要になってくる。スライド1ページに入れる文字の分量や図の大きさも、オンライン授業に合わせて改善を行っていった。

授業時の配布資料についても、学生の要望に合わせて改善を行っている。授業資料をデジタルデータで閲覧している学生の中には、PC やタブレットで画面を分割して Zoom と授業資料を開いており、小さい画面の中で両方のデータを用いて受講することは困難であるとの学生意見もあった。このような意見を踏まえて、本学部ではオンライン授業であっても事前に授業資料を印刷・配布することとした。この方針が決定した当時、少しではあるが対面での授業も再開していたため、学生が登校する日に合わせて事前に資料作成・印刷をするよう各教員に依頼をし、授業前に紙の資料が学生の手元に届くよう改善を行った。学修効果や学生の経済的な負担を軽減するうえでも、非常に効果がある取り組みとなった。

授業内で実施している小テストについても、実施方法に大きな変更が必要となった。従来は教室内の学生にテスト用紙を配布し、その場で回答を回収していたが、授業をオンラインで行った場合には自宅にいる学生に対し従来方法での小テストを実施することはできない。そこで本学部では Google Forms を使用して、授業内での小テストを実施する方針とした。小テストの実施方法は各教員が工夫を凝らしており、授業の最後にまとめとして実施する教員もいれば、授業前にプリントと一緒に小テスト配信をしておき授業内で教えた内容を後で回答させるという方法を取る教員もいた。オンラインでの小テスト実施時の問題点として、友達同士で解答を連絡しあったり、WEB ページで解答を調べたりするカンニング行為の懸念があった。この問題に対しては、カメラをオンにさせて顔と手元が映った状態で受験させることや、時間内では解ききれない量の問題をあらかじめ用意しておいて授業内容を記憶・理解していないと回答できる問題数が極端に少

なくなるようにするなどの工夫が行われていた。Google Forms の使用でオンライン授業でも小テストを行えるようになったことにより、学生がきちんと授業に出席して授業内容を理解しているかを把握することができるようになり、学生の学修に対するモチベーションを高めることにも有効であった。

その他にも、授業時に使用する Zoom や Google Classroom の使用方法をまとめたマニュアルを作成して学生・教員双方に配布・説明をしたり、オンライン授業の受講環境が整っていない学生に PC や Wi-Fi ルータの貸し出しを行ったりするなど、オンライン授業をより効果的なものにするよう様々な取り組みが行われた。

3. オンデマンド教材

Zoom を使用してのオンライン授業は、新型コロナウイルスが流行し始めた2020年度前期から開始していたが、一部の授業では授業内容を録画・配信するオンデマンド型授業も取り入れられていた。2020年度の授業評価を確認すると、一部の学生からオンデマンド型授業はいつでも復習ができ学修しやすかったとの意見があった。また、年に2回学生からの意見を聞く機会を設けているカリキュラム委員会においても、オンデマンド授業の教材、Zoom 授業の録画教材は後から見返すことができるので学修に非常に役立ったとの意見が挙げられた。このような学生からの意見を受け、本学部では2021年度前期より、すべての授業を録画してオンデマンド教材として学生に提供していく取り組みが開始された。2021年度からは対面形式の授業が一部再開されたが、対面・オンラインに関わらずすべての授業を録画して授業後に学生が復習できる環境整備が取り込まれ、録画データはタイトルの付け方を統一し、Google Drive や Google Classroom にアップロードする形で学生に提供された。2021年度前期の授業評価では、オンデマンド教材が提供され学修がより効果的に行えたとの意見があり学生からも好評であったため、国家試験対策なども見据えて今後もこの取り組みを継続していくこととなった。

4. スマートデバイス

本学部では Zoom によるオンライン授業やオンデマンド教材による教育がある程度軌道に乗ってきたため、学部長主導のもと新たな ICT 技術を導入してより学修効果の高い授業を提供する取り組みに着手している。その一つが、スマートグラスを利用した実習である。スマートグラスとはカメラ・マイクを搭載した

眼鏡型のウェアラブル端末で、専用のソフトを介して教員や学生が見ている風景をそのまま配信でき、リアルタイムで会話も可能な機器となっている。本学部では、理学療法学科の「物理療法学実習」、診療放射線学科の「診断技術学実習Ⅰ・Ⅱ」の科目でこのデバイスの活用が始まっている。

理学療法学科の「物理療法学実習」では、担当教員がスマートグラスを着用して電気刺激装置の操作の様子を教室のスクリーンに映し、学生はその映像を見ながら機器の操作方法を学ぶ形で活用している（図2）。従来の実習方法では、学生が教員を囲んで操作方法を見学する、もしくはグループ毎に集めて見学していたが、学生は教員の手元をじっくり観察できなかつたり、全学生の見学には長時間が必要であったりと効率的な実習が難しい状況であった。この問題を解決する手段として、本実習においてスマートグラスを導入した結果、リアルタイムに操作映像を配信でき、より詳細な操作映像を効率よく学生に提供することが可能となった。実習終了後のアンケートでは、受講したすべての学生が授業理解に役立ったと回答するなど、スマートグラスは実習内容理解に効果的であることが示唆された。

診療放射線学科の「診断技術学実習Ⅰ・Ⅱ」では、客観的臨床能力試験（OSCE）のための実技指導が教育内容に盛り込まれており、X線撮影・X線CT検査・MRI検査時における基本的な知識・技能を身につけることを目的に実習が行われている。本実習では学内実習施設を利用して、実習指導者が画像診断装置の取扱いや患者接遇のデモンストレーションにより学生に説明を行う。しかし、これらの場面では狭い視野を説明することがあり、その場면을多数の学生がのぞき込むように観察する状況が発生するため、参加学生全員が手技を十分に観察できる環境の整備が求められてい



図 2



図 3

た。そこでスマートグラスを活用して実習指導者の視線での装置の取扱いや患者接遇の手技を撮影・配信することにより、実習に参加している全ての学生がスマートグラスの映像や音声を通して装置の操作方法を確認することができ、効率的に指導することが可能となった（図3）。また、スマートグラスの映像はアプリを使用して録画することもできるため、OSCEの模擬試験の様子をスマートグラスで撮影して学生同士で視聴すること、下級生が視聴することでOSCEの流れや装置の取扱いを予め映像で確認することが可能となり、より効果的な学修が実現できた。学生のアンケートでも、実際の実技映像が視聴できることによりOSCEの流れが体験できたなどの回答があり、実習内容の理解に役立っていることが示唆された。

5. AI 教育

本学部では教育効果を上げるための授業ツールとして、教員によるICT活用にとどまらず、学生自身によるICT技術の活用を教育内容に取り入れている。具体的には、1年次選択科目の「情報科学」では、以前よりデータベースの活用方法や医療システムなどの内容を取り入れて教育を行っていたが、昨年度より新たに診療放射線学科の実習科目の中に人工知能（AI：Artificial Intelligence）に関する内容を導入する試みが行われた。2年次の「診断技術学実習Ⅰ」から始まり、ディープラーニングツールなどを用いて人工知能の画像分類やセグメンテーションを学んでいる。3年次に入ると「診断技術学実習Ⅱ」でディープラーニングツールを用いた実践的な実習や、「医用画像工学実験」で機械学習とディープラーニングシステムによる画像処理について学んでいる。実習ではAIに関する知見ある教員の指導とともに、学外からも専門家を招いて教育にあたっている。将来的に、ICT技術、特にAIを活用できる医療従事者を育成すべく、この分野の学生教育にも注力している。

6. オンライン市民公開講座

年に一回無料で開催している市民公開講座は、地域住民へのアウトリーチ活動としての取り組みはもとより、本学の受験を検討している高校生も多く参加し、学部雰囲気を知ってもらう機会としても役立っている。例年学内にて対面で開催していた市民公開講座だが、2021年度は Zoom を用いたオンライン配信と対面を組み合わせたハイブリッド方式で開催された。ハイブリッド方式を採用した理由は、新型コロナウイルスの感染対策と、通信環境によりオンラインで聴講が難しい参加者を配慮し、参加者の希望によりどちらでも受講可能にするためである。講師は本学教員が担当しており、普段の授業でもハイブリッド方式を経験しているため、その経験を活かして今回の講座は行われた。学内では通常の授業と同じく教室内のマイクとスクリーンを使用して講義を行い、その様子を Zoom によりオンラインで配信を行った。講座内容は「医療で活躍する AI」をテーマとして、医療業界でどのように AI が活用されているのか最新のトピックスを交え講演を行うなど、医療業界における ICT 技術の発展を紹介するものであった。受講者のオンライン参加と対面参加の人数は、オンライン参加42名、対面参加29名とオンライン参加者の方が多くなっており、ICT 技術が広く一般にも広がっていることが伺えた。

7. WEB オープンキャンパス

高校生に向けた本学部のオープンキャンパスは、昨年度に引き続き今年度も WEB での開催となった。内容は、オンデマンド動画による学部紹介・オンライン配信による模擬授業・オンライン個別相談であった。

オンデマンド動画による学部紹介では、学部長の挨拶から始まり、両学科長より理学療法士・診療放射線技師に求められる役割やリハビリテーション・放射線医療に関するトピックスなどが話された。その後、両副学科長より各学科のカリキュラムや臨床実習に関する事、国家試験や就職対策など学科内で行われている教育内容・取り組みなどの詳細を説明する構成であった。

オンライン配信による模擬授業は、7月18日と8月7日の2回開催され、各日程につき6名(理学療法学科3名、診療放射線学科3名)の教員が模擬授業を行った。内容は、解剖学に関するものから、ロボットリハビリテーションや最先端放射線治療技術学など各学科の最新トピックスを取り入れ、高校生のニーズに合うように選定された。

オンライン個別相談では、昨年度から実施している教員への相談に加えて、より本学での大学生活を身近に感じてもらうために、現役学生による相談も新たに取り入れられた。コロナ禍で高校生が大学見学へ来ることができない状況の中、現役学生がどのような大学生活を送っているのかを知る良い機会であったと考えられる。参加高校生のアンケートからも「オンライン個別相談では受験勉強の相談や学校生活に関する事をいろいろ聞くことができ今後の参考になりました」などの意見があり好評であった。

8. Zoom を活用した国際交流

本学部では2021年度から留学制度が開始される予定であったが、新型コロナウイルスの影響で延期となっており、未だ開始の目途が立っていない状況である。しかしながら、学生から語学学修の機会を設けてほしいとの要望もあり、オンラインでの国際交流を始めることとなった。

理学療法学科では、本学部と協定を結んでいる中国医薬大学理学療法学科の学生と Zoom を通じて交流する機会を設けている。第1回は2020年12月10日に開催され、本学理学療法学科1年生4名・2年生4名、中国医薬大学理学療法学科1年生8名が参加した。学生同士で会話ができるようにセッティングされており、参加学生からは「英語を話すいい機会になった」との声が聞かれた。第1回以降も継続しており、一人一人の学生がより多くの会話時間となるように少人数のグループ分けを行い定期的に開催している。

診療放射線学科では、多言語倶楽部というサークルにて、Zoom を使用して英語を話す機会を設けている。多言語倶楽部では、定期的に大学内にて本学部教員が英語教育を行っているが、それに加えて不定期で外国人講師や医療機器メーカーのネイティブスピーカーを招き、英会話ができる時間を学生に提供している。

これらの二つの取り組みに共通するのが、大学内にいながら国際交流を行うという、今までは不可能であったことが、ICT により実現している点である。今までは、ネイティブスピーカーとの会話の機会は留学に行かなければほとんど持つことができなかった。現在は新型コロナウイルスの影響で実際に海外へ行くことは難しくなっているが、代わりに Zoom などのツールが浸透し、費用や時間をかけずに国際交流を実現することが可能となった。

9. 今後の展望と課題

本学部での ICT の活用はコロナ禍以前に比べると

この2年で急速に普及した。各教員が工夫を凝らし、教育効果を高めるために様々な ICT を活用している。本学部の取り組みを本田の示唆する ICT 活用の有用性に当てはめてみると、「内容の理解の深化につながる」についてはスマートデバイス・AI 教育が該当し、「重複した学びが可能となる」についてはオンデマンド教材が該当し、「多様な学びの場の形成が可能となる」についてはオンライン授業・オンライン市民公開講座・WEB オープンキャンパス・Zoom を活用した国際交流が該当すると考えられ、この3つの有用性に則り学修支援に有効であると考えられる。ただし、この分類は必ずしも1つの取り組みが1つの有用性に該当するわけではなく、複数の要因が関係する可能性もあると考えられるため、今後本学部での取り組みがどのような有用性を持ち学修支援に有効であるのかを調査する必要があると考える。

また、一部の教員・学生からは、科目によってはオンラインより対面の方がわかりやすいとの意見もある。ICT を用いて対面と遜色なく授業を行える環境は整ってきたが、特に実習では実際に患者さんや装置に触れることが技術習得の面で重要である。本学部は医療系学部であるため、ICT 技術がいくら発達しても医療における対人関係など対面でしか学べないことも少なからずあるのではないかと考える。今後は、対面授業と ICT を活用した授業のメリット・デメリットを分析し、科目の特性などによってどのような授業形態

がより教育効果が上がるのかを分析していくことが課題となる。

本学部では ICT 技術の導入を推し進めているが、これらの技術は現在も刻々と進化を続けているため、最新の技術を取り入れながらより教育効果の高い授業を展開していくよう改善を続けることが重要であると考えている。

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) 文部科学省：第3期教育振興基本計画. https://www.mext.go.jp/content/1406127_002.pdf. 2022年1月25日
- 2) 大学 ICT 推進協議会：高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究結果報告書（第2版）. https://axies.jp/_media/2020/03/2019_axies_ict_survey_v2.1.pdf. 2022年1月5日
- 3) 本田容子：ICT を活用した授業づくりの意義. 盛岡大学紀要. 2016：33：35～42

Abstract

Implementation of ICT in Education in the Faculty of Health Science

Yoji Sumise, Yutaka Isobe

Academic Affairs Office, Faculty of Health Science, Juntendo University

The COVID-19 pandemic has demanded the implementation of an online learning platform to cope with the unprecedented situation in which students cannot come to the campus. Beginning in the spring 2020, we launched online courses completely from scratch using the teleconferencing software program Zoom. Improving the quality of online courses has been the primary challenge right from the start. However, we have also implemented several other initiatives during the last two years. We have realized the importance of employing Information and Communication Technology (ICT) in higher education, which has not been actively used in face-to-face settings. In this article, we report on our experience in online courses and several new initiatives in the context of making effective use of ICT in higher education.

Key Words: ICT, Online learning, Zoom, On-demand, Smart glasses

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 32-36, 2022]

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会における選手村ポリクリニックでの理学療法サービス

相澤純也*、宮森隆行、中村絵美

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

2021年にオリンピックがパラリンピックとともに東京で開催された。新型コロナウイルス感染症蔓延の影響で開催が1年延期された上、無観客で行われた史上初の大会であった。順天堂大学保健医療学部理学療法学科に所属する3名の教員は選手村における理学療法サービスのメディカルスタッフとして参加した。大会前には組織委員会の理学療法サービス担当部門や日本理学療法士協会のスポーツ関連委員会により参加希望者の面談や研修に加えて、期間中のソフト、ハード面の準備が数年かけて行われた。全期間を通じて約100名の理学療法士が晴海選手村ポリクリニックで活動した。理学療法室では理学療法士の他、医師、鍼灸師、あん摩マッサージ指圧師、カイロプラクター、オステオパスが活動し、連携しながらアスリートの症状軽減やパフォーマンス維持・拡大をサポートした。オリンピック、パラリンピックともに日に最多で90名近いアスリートが理学療法を受け、アクシデントは発生しなかった。アスリートや仲間と分かち合ったこの経験を今後の臨床・実践、教育、研究に活かしていきたい。

キーワード：東京、オリンピック、パラリンピック、選手村、理学療法

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 37-40頁, 2022年

1964年に東京で初めてのオリンピックが開催された。それから57年が経過した2021年に、再びオリンピックがパラリンピックとともに東京で開催された。新型コロナウイルス感染症蔓延の影響で開催が1年延期された上、無観客で行われた史上初の大会であった。オリンピックでは7月21日から8月8日までに46競技が行われ、パラリンピックでは8月25日から9月5日までに22競技が行われた。開催に至るまでは賛否両論あったが、メディアを通じて世界中の人々がオリンピックとパラリンピアンから感動と勇気をもたらしたことは事実であろう。

順天堂大学保健医療学部理学療法学科に所属する3名の教員は選手村における理学療法サービスのメディカルスタッフとしてオリンピックとパラリンピックに参加した。うち2名は理学療法士のマネジメントを担うコアスタッフを大会運営局より委嘱されていた。活動場所は東京都内の晴海選手村の総合診療所・ポリクリニック(図1)と、静岡県伊豆市や神奈川県の大磯町に設けられた分村内の診療所であった。今回は、我々の主な活動場所であった晴海選手村ポリクリニックにおける理学療法サービスについて報告する。

オリンピック、パラリンピックの全期間で理学療法



図1 ポリクリニックのあった Multi-function complex

室でのアクシデントはなく無事に活動を終えることができた。なお、新型コロナウイルスを含め感染症は理学療法士の中では発生しなかった。理学療法サービスにおけるクオリティ、ホスピタリティの高さは国際オリンピック委員会、国際パラリンピック委員会、東京都の関係者、そして、他の専門職から高く評価された。これらの成功の要因は大会期間中の理学療法士各々の高い倫理観、確かな知識・スキル、そして、献身的な行動にあったと考えられる。また、組織委員会内の理

責任著者：相澤純也

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丁目2番12号

E-mail: j.aizawa.ue@juntendo.ac.jp

理学療法士のチーフ（片寄正樹氏）や副チーフ（玉置龍也氏）のリーダーシップによる長期間の様々な準備の結果であろう。

大会前には組織委員会の理学療法サービス担当部門や日本理学療法士協会のスポーツ関連委員会により参加希望者の面談や研修に加えて、期間中のソフト、ハード面の準備が数年かけて行われた。研修の内容は語学、感染対策、心肺蘇生、ドーピング、熱中症、ダイバーシティ・インクルージョンなど多岐にわたり、対面やオンラインで実施された。大会直前にはポリクリニックの中で実際のオペレーションの流れが確認された。コアスタッフを委嘱された10数名はこれらの事前準備にも大きく貢献した。

理学療法室は大小各1部屋あり、ベッドが計13台と、過去大会情報を参考に各種の物理療法機器が設置された（図2）。クライオセラピーとしてアイスバスが10台設置された（図3）。

オリンピックでは選手村が開いた7月13日から8月11日の閉村まで理学療法室が営業された。パラリンピック選手村では8月17日から9月8日まで営業された。オリンピック、パラリンピックの全期間を通じて約100名の理学療法士が晴海選手村ポリクリニックで活動した。理学療法士の1日の平均人数は約16名であり、こ

のうち2-5名がコアスタッフであった。理学療法室は朝7時から夜11時まで営業され、理学療法士は午前（7-15時）と午後（15-11時）のいずれかの時間帯で活動した。

晴海選手村で活動した理学療法士の一部は、別の期間に、分村診療所や、競技会場、日本選手団のメディカルスタッフとしても活動した。海外在住の日本人理学療法士も大会に合わせて帰国し、活躍した。海外選手団の理学療法士とも連携しながら選手をサポートした（図4）。理学療法室では理学療法士の他、医師、鍼灸師、あん摩マッサージ指圧師、カイロプラクター、オステオパスが活動した。アスリートの症状やニーズによって異なる医療専門職が連携しながらアスリートの症状軽減やパフォーマンス維持・拡大をサポートした。義肢装具部門、看護スタッフ、総合受け付けスタッフとの連携もアスリートサポートに不可欠であった。

アスリートは理学療法室に入ると、まず受け付け担当者が本人確認をし、整形外科などの他科を含めた受診歴や、理学療法の予約状況を確認する。初診の場合はコアスタッフが症状、病歴、診断歴、希望などを本人やスタッフに確認し、医師によるスクリーニング、診察へと誘導する。その後、理学療法士の専門性やスキルなどを考慮して担当者を決め、コアスタッフが情



図2 理学療法室

理学療法室は2部屋あり、ベッドは13台設置された。様々な物理療法の機器が活用された。



図3 アイスバス

10個のアイスバスが用意され、疲労回復などのためにアスリートが利用した。



図4 ブラジル選手団の理学療法士、医師との一枚

報や経過を伝達した後に理学療法が開始された。終了後は次回の予約や希望をコアスタッフが確認した。担当した理学療法士は電子医学カルテに実施内容や連絡事項を記入した。テーピングなどの処置については写真を撮影し電子カルテに保存された。医学カルテの正確さ、詳細さはIOCの関係者から高い評価を受けた。

オリンピック、パラリンピックともに1日に最多で90名近いアスリートが理学療法を受けた。これとは別にアイスバスの1日の最多利用者はオリンピックでは80名を超えた。理学療法を受けた総利用者数はオリンピックよりもパラリンピックで少なかった。しかし、理解、表現、視力などを含めたコミュニケーションや、身体の形態・機能の不全、補装具使用により情報確認、誘導、移乗を含めて比較的多くのサポートや時間を要した。加えて、オリンピックと比べてパラリンピックでは英語を話さないアスリートの割合が多く、アラビ

ア語、ロシア語、フランス語などでは翻訳機を適時利用しながらの意思疎通が必須であった。

オリンピック、パラリンピックともに、女性理学療法士の対応を希望するムスリムのアスリートが少なく、それに対して女性スタッフが少ないことが大きな課題として改めて浮き彫りとなった。感染対策は本大会の最重要事項の一つであったが、体調管理・記録、消毒、手洗い、グローブ、ゴーグル、飛沫防止シートなど様々な対応を現場で統制した。理学療法部門の予定や注意点などは、活動の開始前や終了後のミーティングで共有された。運営では午前・午後や期間ごとに入れ替わるスタッフ、そして刻々と変化する情勢を考慮して、マニュアルや注意喚起シールなどで見える化を意識し「伝言ゲームによる誤解」につながらないようにコアスタッフで注意した。また、コアスタッフのグループでは、毎日活動終了後にメールでその日の問題点や今後の課題を共有することがルーティンであった。

私は事前準備を含めて30日以上選手村に通った。往復の時間を合わせるとゆうに300時間を超えた。午後シフトのチーフだったため帰宅は連日午前1時ころで精神的にも肉体的にもハードな日々であった。毎日、手荷物検査場(図5)からポリクリニックまでは炎天下で20分ほどの徒歩移動は容易ではなかった。食事は楽しみの一つであり、毎日異なるメニューは給食スタッフの配慮が感じられ、食事後はまた頑張るぞという気持ちにさせてくれた(図6)。

アクレディテーションカードは出入口で本人証明として使用する以外に、各国選手団から頂いたピンバッ



図5 晴海選手村入口検査場

手指消毒、体温チェック、顔認証、手荷物検査、チェックイン、熱中症対策グッズ受け取りなどが行われた。

チを友好の印として身につけるために使用した(図7)。

最後に、日本の理学療法サービスを信頼しポリクリニックに足を運んでくれた世界各国のアスリート、そしてともに汗水流した理学療法士スタッフに感謝、友情、敬意を表したい。また、長期間の学外業務を快諾、応援して下さった、学内関係者の方々にも改めて深



図6 ある日の食事

い感謝を表したい。今後は、理学療法士として、大学教員として、アスリートや仲間と分かち合ったこの経験をどのように生かしていくべきか、自分に問いながら、臨床・実践、教育、研究を続けていきたい。



図7 アクレディテーションカード
アスリートから友好の印として頂いたピンバッジがストラップにつけられている。卵型のキーホルダーはパラリンピアン(金メダリスト)に頂いた。

Abstract

Physiotherapy at the polyclinic of the Tokyo 2020 Olympic and Paralympic athletes' village

Junya Aizawa, Takayuki Miyamori, Emi Nakamura

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

The Olympic and Paralympic Games were held in Tokyo in 2021. The event was postponed for one year due to the spread of the COVID-19, and it was the first event in history to be held without spectators. Three faculty members belonging to the Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Juntendo University participated as medical staff of physical therapy services in the athletes' village. Before the Games, various preparations including interviews and training for applicants were carried out over several years by the physical therapy service department of the Organizing Committee and the sports-related committee of the Japanese Physical Therapy Association. Approximately 100 physiotherapists worked at the Poly Clinic in the Harumi Olympic Village throughout the Olympic and Paralympic Games. In addition to physiotherapists, doctors, acupuncturists, masseurs, chiropractors, and osteopaths worked in the physiotherapy room to help athletes reduce their symptoms and improve their performance. In both the Olympics and Paralympics, a maximum of 90 athletes received physical therapy each day, and no accidents occurred. We would like to utilize this experience shared with athletes and colleagues in future clinical / practice, education, and research.

Key Words: Tokyo, Olympic, Paralympic, Athletes' village, Physiotherapy

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 37-40, 2022]

COVID-19感染症への放射線部の取組み

木暮陽介

順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線部

要旨

放射線部では各検査装置において COVID 専用装置を定め、一般患者と陽性患者との動線を切り分け、撮影室の換気を十分に行い、PPE を装着した診療放射線技師が24時間・365日に対応している。ポータブル X 線撮影は、入院患者の経過観察目的として使用しており、東京都設備整備費補助事業で購入した新型アーム搭載のポータブル X 線撮影装置を専用装置として使用している。CT 撮影は肺炎に対する感度が高く、COVID 専用 CT 装置にて、2名の診療放射線技師が患者対応とオペレータとに分かれて対応している。

キーワード：COVID-19、放射線部、感染対策、ポータブル X 線撮影、CT 撮影

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 41-45頁, 2022年

はじめに

2020年1月8日、「中国（湖北省・武漢市）で発生している原因不明の肺炎への対応について：後に COVID-19感染症への対応マニュアル（第1版）」が配布された。その後、マスコミ報道にてダイヤモンド・プリンセス号の感染状況が報告され、瞬く間に院内でも COVID-19感染症についての FAQ (frequently asked questions) が配布・アップデートされ、3月10日には「COVID-19流行期の職業感染対策マニュアル(第1版)」が配布された。そして、4月13日には COVID チーム(外来・入院)が発足され、4月16日には全ての来院者は1号館1階入口のみとし、院内各出入口が閉鎖された。

当初、放射線部も COVID 入院チームに参加するか検討を行ったが、放射線部門検査の特殊性をふまえ、放射線科医師と共に後方支援をすることとなった。感染対策におけるゾーニングを「場所」、「物」、「人」、「時間」で考えた場合、診療放射線技師が COVID 専用病棟で行う業務はポータブル X 線撮影であり、他の検査装置や治療装置を COVID 専用病棟に持ち込むことはできない。診療放射線技師を COVID 専従か否かでゾーニングするのではなく、各検査装置において COVID 専用装置を定め、一般患者と陽性患者との動線を切り分け、撮影室の換気を十分に行い、PPE を装着した診療放射線技師が24時間・365日に対応することが当院においては最適と判断した。そして、4月2日には「COVID-19感染症への放射線部対応マニュアル」

を作成し、刻々と変化する感染情報に対応すべく、院内周知事項、就業関連、PPE 関連、各種検査の手順と注意事項等について周知を図った。

2022年2月時点で、「COVID-19感染症への対応マニュアル」は第14版、「COVID-19流行期の職業感染対策マニュアル」も第14版まで改訂を重ねており、この約2年間における放射線部の取組みも変わりつつある。本論文では、特にポータブル X 線撮影と CT 撮影の役割と感染対策について紹介したい。

ポータブル X 線撮影の役割と感染対策

2020年4月から2022年2月までの COVID 専用病棟のポータブル X 線撮影件数の推移を図1に示す。当初は陽性患者の有症状者のうち約80%は感冒様症状のみ、残りの約20%が入院し、7～10日で急速に進行するパターンと10日辺りをピークに改善するパターンとに分けられると報告されていた。そのため、COVID 専用病棟に入院している患者は、経過観察目的のポータブル X 線撮影依頼が1週間に1回程度あった。現在のオミクロン株においては、入院在日数が短くなっているため、全体としてのポータブル X 線撮影依頼は依然多いが、一患者においては入院期間中1回のみ依頼が大半を占めている。また、図1において、2020年4月、8月、2021年1月、5月、8月、そして2022年2月が山となっているが、これは COVID-19感染症流行期（第1～6波）と一致している。

当初は B 棟にある5台のポータブル X 線撮影装置の

責任著者：木暮陽介

順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線部

〒113-8421 東京都文京区本郷2丁目1番1号

E-mail: y-kogure@juntendo.ac.jp

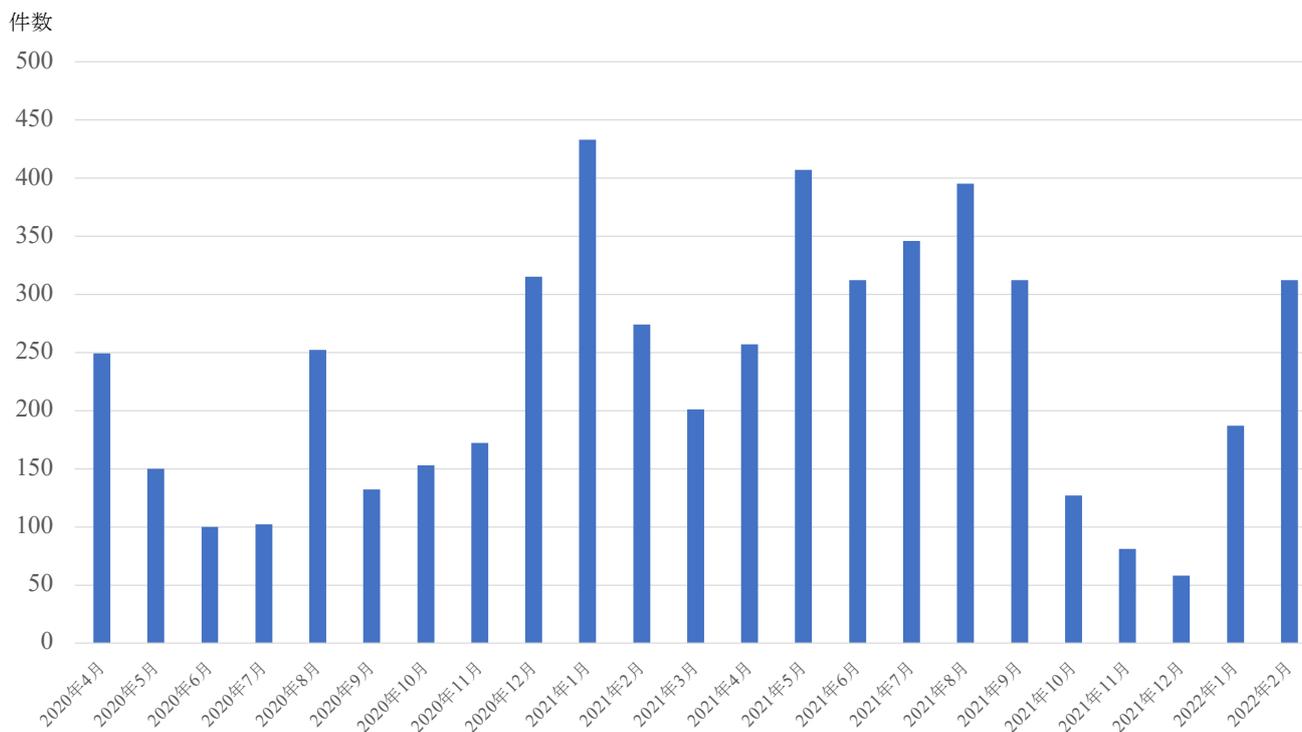


図1 COVID専用病棟におけるポータブルX線撮影件数の推移

うち、手術室に設置していたポータブルX線撮影装置をB棟2階放射線部に降ろし、各病棟撮影との併用使用とした。そして、COVID専用重症病棟と中等症病棟にはそれぞれ1台ずつCOVID専用装置として設置した。2021年4月末からは東京都設備整備費補助事業で購入した新型アーム搭載のポータブルX線撮影装置とFPD (flat panel detector) を専用装置として使用している (図2)。

ポータブルX線撮影では、まずナースステーションに撮影で来たことを伝え、前室前のフリースペースでPPEを着用し入室、撮影を終えたら前室まで戻り、清拭を行い、PPEを着脱し、退出するといった流れとなる。



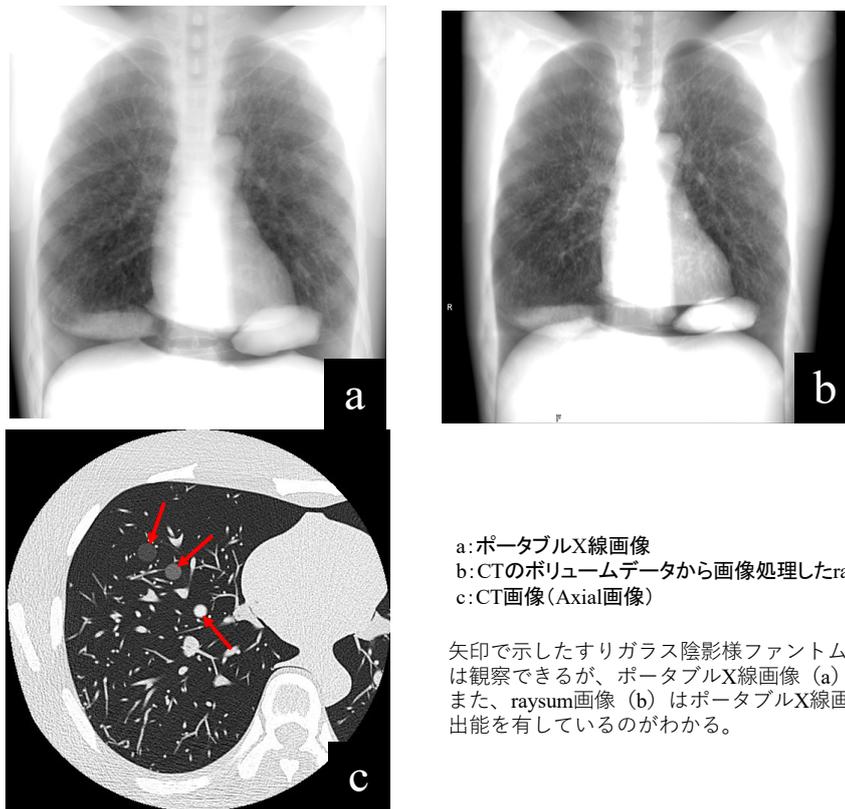
図2 COVID専用の新型アーム搭載のポータブル撮影装置とFPD

CT撮影の役割と感染対策

CT撮影はX線撮影より被ばく線量が多くなるが、病変の局在や所見の詳細な把握に優れており、肺炎に対するCT撮影の感度は高いとされている。また、近年のマルチスライスCTでは高画質なボリュームデータから各種画像処理が可能であり、X線画像の様なraysum画像も作成することができる (図3)。

当初のCOVID-19感染症は、有症状者の約2割が重症化し肺炎等を引き起こすとされていた。COVID-19肺炎の典型的なCT所見は、1) 初期は片側性ないし両側性の胸膜直下のすりガラス影、背側または下葉優位、2) 円形の多巣性のすりガラス影、3) 進行するとcrazy-paving patternやコンソリデーション等の割合が増加、4) 器質化を反映した索状影の混在等があげられる。

COVID-19感染症の確定診断はウイルス検査であり、CT画像所見がCOVID-19感染症を示唆するものであっても特異的なものではなく、他の感染症と重複することもある。また、胸部単純CTで異常所見を認めないことが、COVID-19の感染を否定するものでもない。しかし、2020年度はPCR (polymerase chain reaction) 検査装置やPOCT (point of care testing) 装置の普及が至らなかったこと、そして、本邦でのCT装置の普及は世界1位ということもあり、ウイルス検査が広く利用できない状況における暫定的な対応として、胸部単



a: ポータブルX線画像
 b: CTのボリュームデータから画像処理したraysum画像
 c: CT画像(Axial画像)

矢印で示したすりガラス陰影様ファントムは、CT画像(c)では観察できるが、ポータブルX線画像(a)では観察できない。また、raysum画像(b)はポータブルX線画像(a)と同様な描出能を有しているのがわかる。

図3 胸部ファントムを用いたCT画像とポータブルX線画像との比較

純CTを利用することが許容されていた。

当院においては、2020年5月14日に「CT室でのCOVID対応」を配布した。このCT検査運用フローは、放射線科担当医師と診療放射線技師が共に円滑なCT検査を行い、結果を迅速にCT検査依頼医師に報告することを目的とし、検査目的や患者の状況により、4つのフローに分けている。1) COVIDチームでCOVID-19感染症を疑う場合は、COVID専用CT室に電話をした上でCT検査時間を調整し、検査目的に「COVID疑い」と記載しオーダーする。受付は放射線科受付を介さずCOVID専用CT室にて行う。2) 各診療科(外来・入院)でCOVID-19を疑った場合は、診療科がCOVID専用CT室に電話をした上でCT検査時間を調整し、検査目的に「COVID疑い」と記載しオーダーする。警備員等が必ず同行の上、COVID専用CT室にて受付を行う。3) 全身麻酔による外科手術前の胸部単純CT撮影は、検査目的に「術前胸部単純CT」と記載の上、専用予約枠窓口に電話をしてオーダーを発行し、1号館CT室にて検査を行う。4) ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography)等の内視鏡的処置やRFA(radiofrequency ablation)前の胸部単純CT撮影は、検査目的に「ERCP、RFA前、胸部単純CT」と記載の上、通常の予約枠にてオーダーし、1号館CT室またはB棟CT室にて検査を行う。

3)の全身麻酔による外科手術前の胸部単純CT撮影は、2020年5月から7月は専用予約枠窓口に対応していたが、CT検査依頼が増加しその対応に多くの時間を費やすことから、2020年7月31日に「術前胸部単純CT検査について」を新たに配布した。これは、専用予約枠窓口に電話しなくても、平日の12時から13時の間でオーダーができるように術前胸部単純CT撮影専用の予約枠を設けた。この専用予約枠ならびに術前胸部単純CT撮影運用は、ウイルス検査が広く利用できる状態になる2021年5月末まで続けた。2020年3月から2022年2月までのCOVID専用装置でのCT撮影件数ならびに術前胸部単純CT撮影件数の推移を図4に示す。

COVID専用CT室を図5に示す。CT撮影は24時間・365日、2名の診療放射線技師で対応している。1名はPPEを着用し、患者対応ならびにポジショニングを行い、X線が照射される時は同行スタッフと共に、更衣室または一般患者・職員通路から閉鎖されているCOVID専用CT室前の廊下で待機する。そして、もう1名の診療放射線技師はオペレートのみとし、CT装置卓とCT室内との出入り口は、清拭、換気が終了するまでは使用しないようにしている。また、CT室内は接触感染や飛沫感染を防ぐため、ファインケアシートやビニールを用い、感染対策を講じている。

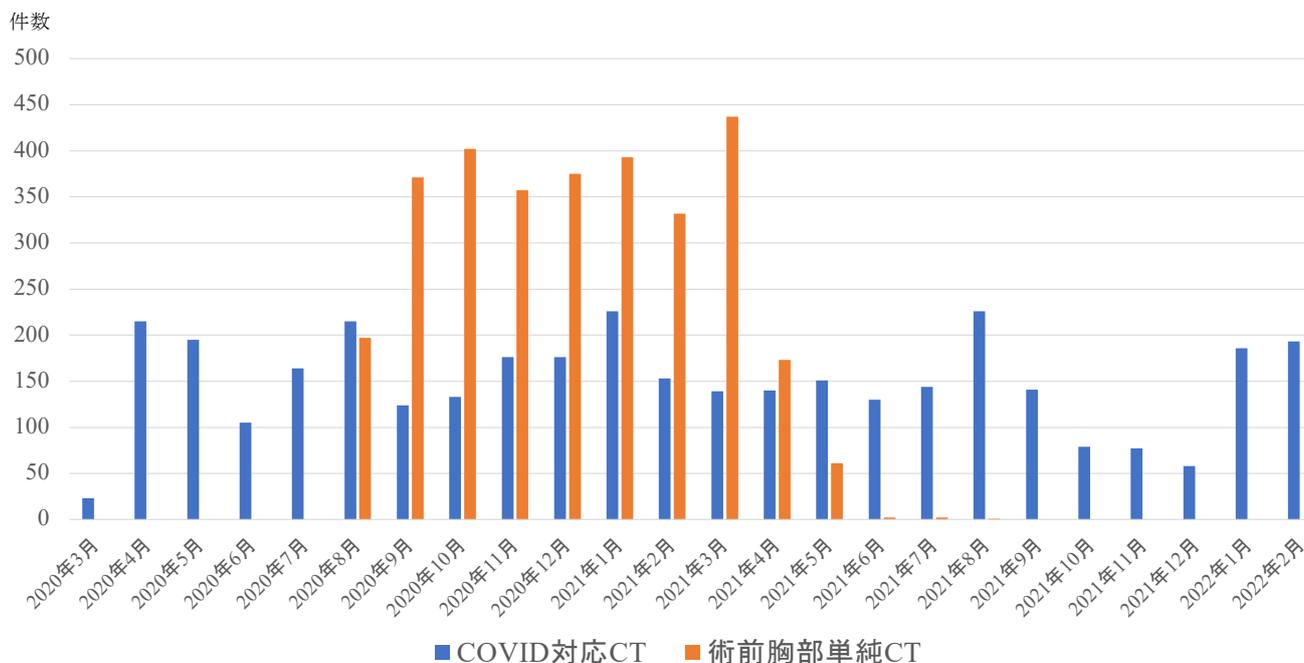


図4 COVID専用装置でのCT撮影件数ならびに術前胸部単純CT撮影件数の推移



- a: ガントリーボタンの汚染防止
- b: 患者の荷物置き
- c: ファインケアシート1枚敷き
- d: PPE関連は扉に設置
- e: 待機室 (更衣室・撮影室前)

図5 COVID専用CT室

その他の放射線部門検査・治療の対応

COVID-19感染症患者または疑い患者においては、脳卒中、外傷等の緊急の評価や治療を目的としたMRI検査や血管造影検査が僅かにある。MRI検査はCT撮影と同様、COVID専用MRI装置を用い、2名の診療放射線技師にて、患者対応とオペレータに分かれて検査対応している。また、原則的には急性期脳梗塞等の頭部単純MRI検査が対象であり、撮像シーケンスは、DWI (拡散強調画像)、MRA (MR angiography)、FLAIR (fluid attenuated inversion recovery)、T2* (T2スター)としている。患者がマスクをしても、金属入りのマスクの場合には、MRI室にて準備している金属なしのマスクに付け替えて検査を行っている。血管造影

検査室は、放射線科、脳神経外科、循環器内科等、施行する診療科・対象部位別に分かれているため、COVID専用血管造影装置というよりは、該当検査・治療を行う血管造影室にて、操作室と血管造影室とのゾーニングを行い対応している。

2020年4月15日に、「COVID-19流行期における放射線治療患者への対応について」が配布された。放射線治療開始を遅らせることのできる患者は流行が下火になるまで開始を延期すること。短期法が標準法と同等と認められる場合には、原則として短期法を選択する。放射線治療には予約時間直前にお越しいただき、1m以上の間隔でお待ちいただき、家族の付き添いは大人1名までに制限している。

最後に

COVID-19感染症への放射線部の取組みについて紹介したが、我々診療放射線技師が最も気を付けているのは、放射線部門検査での水平感染である。水平感染を起こさないためには、適切な感染対策を講じた上で

検査・治療に臨むと共に、日頃から個々のユニバーサルマスクポリシーの遵守、3密回避、体調管理を厳格に行い、感染症に罹りにくい生活を励行することである。すでに、COVID-19感染症が報道されてから2年が経過している。早く COVID-19感染症が終息することを心より願う。

Abstract

Department of radiology efforts for COVID-19 infectious diseases

Yosuke Kogure

Department of Radiological Technology, Juntendo University Hospital

The Radiology department has set up a dedicated COVID-19 device, separates the flow lines between general patients and positive patients, provides sufficient ventilation in the imaging room, and a radiological technologist wearing PPE responds 24 hours a day, 365 days a year. Portable X-ray is used for the purpose of follow-up of inpatients, and a portable X-ray equipped with a new arm is used as a dedicated device. CT imaging is highly sensitive to pneumonia, and two radiological technologists handle it with a COVID-19 dedicated CT scanner.

Key Words: COVID-19, radiology, infection control, portable X-ray, CT

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 41-45, 2022]

順天堂医院における COVID-19 感染症患者へのリハビリテーション治療 — 第5波までの実践報告 —

亀山啓博¹⁾、北原エリ子^{1) 2)}、望月正道¹⁾、山崎優太¹⁾、渡部幸司¹⁾、高橋哲也^{1) 2)}、補永薫³⁾、藤原俊之¹⁻³⁾

¹⁾ 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

²⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

³⁾ 順天堂大学大学院医学研究科リハビリテーション医学 (医師)

要 旨

順天堂医院では、新型コロナウイルス感染症 (Coronavirus Disease 2019: COVID-19) 感染症患者に対するリハビリテーション治療を2020年4月より開始し、2021年12月までに218名の症例を経験した。対象は日常生活動作 (Activities of Daily Living: ADL) 機能が低下しやすい高齢者や併存疾患を有する患者や、若年でも重篤な労作時呼吸困難を呈する患者など、その症状と病態は多岐にわたった。そのためリハビリテーション治療の実施にあたっては、様々な併存疾患と呼吸器リハビリテーション治療の知識と経験を要した。当初からの人員配置と感染対策を含め、第1波から第5波までの対象患者の特性と実践したリハビリテーション治療の内容について報告する。

キーワード: COVID-19、リハビリテーション治療、併存疾患、感染対策

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 46-51頁, 2022年

はじめに

COVID-19は2019年に出現した新興ウイルス感染症であり、その症状の程度は無症状から急速に重篤な肺炎を引き起こすものまで様々である。重症度は酸素飽和度と臨床症状から軽症、中等症Ⅰ、中等症Ⅱ、重症に分類され、酸素療法、人工呼吸療法、薬物療法 (抗ウイルス薬、ステロイド、トシルズマブ (IL-6阻害薬) 等) などの治療がなされる¹⁻³⁾。その治療過程において高齢者や併存疾患を有する患者は運動機能・ADL機能が低下し易く、中等症患者においては呼吸不全による機能低下が進みやすい。重症患者では肺炎治療が長期に渡り、全身性炎症および長期臥床による筋力低下や運動耐容能の低下を引き起こしやすく^{4) 5)}、脳神経疾患や Intensive Care Unit- Acquired Weakness: ICU 神経筋障害 (ICU-AW) の合併がみられることも報告されている⁶⁻⁹⁾。重症化リスク因子としては、慢性呼吸器疾患、男性、肥満、心血管疾患、糖尿病、高血圧が報告されており¹⁰⁻¹²⁾、リハビリテーション治療実施にあたっては種々の疾患に対する運動負荷におけるリスク管理が求められる^{13) 14)}。

当院においても COVID-19 感染症患者の受け入れが始まった当初より、COVID-19 専門病棟でのリハビリ

テーション治療が求められた。COVID-19 感染症患者に対するリハビリテーション治療開始までの経緯と人員配置および感染対策、第1波から第5波までの対象患者とリハビリテーション治療の内容について報告する。

人員配置と感染対策

2020年4月に COVID-19 専門病棟入院チームの医師と看護師より、人工呼吸器管理患者、脳梗塞併発患者、高齢者に対するリハビリテーション治療実施の要請があり、COVID-19 専門病棟でのリハビリテーション治療実施のための準備を開始した。リハビリテーション科医師藤原俊之教授、理学療法学科高橋哲也教授とともに、感染対策と人員配置、対象患者とリハビリテーション治療内容について検討を進めた。オーストラリアから発表された COVID-19 感染症患者に対するリハビリテーション治療に関する報告¹⁵⁾ や、国内でいち早く COVID-19 感染症患者のリハビリテーション治療に取り組んでいた神戸市立医療センター中央病院等の施設から、対象患者やリハビリテーション治療内容に関する情報を収集した。理学療法士 (PT) 8名のチームを発足し、感染対策室看護師の指導による個人防護具 (personal protective equipment: PPE) の着脱練習、

責任著者: 亀山啓博

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丁目2番12号

E-mail: ykameya@juntendo.ac.jp

腹臥位療法のための体位交換方法検討、軽症症例に対する自主トレーニングパンフレットの作成を行い、2020年4月24日より COVID-19専門病棟でのリハビリテーション治療を開始した。

第1波においては、PTの勤務は一般病棟との併任は避け、COVID-19専門病棟の専従とした。PPEは、PTの治療時間の長さを考慮し、医療用マスクレスピレーター（商品名：HALO、Moraine Corporation 社製）とワンピースタイプガウン・ズボン・シューズカバーのフルPPE（タイベック®）を使用した。PPE着脱の相互確認と介助量が多い患者に対する身体接触を最小限にするため、2人1組にてリハビリテーション治療を実施した。対象患者は、重症・中等症でADLに介助が必要な modified Rankin Scale (mRS) 4以上の患者と、軽症だが高齢者等 ADL 機能低下のリスクがあると判断された患者であった。第1波収束に伴い、2020年5月31日に COVID-19入院チームは一旦解散した。従事した医師・看護師・PTに発症者はいなかった。

第2波到来により2020年7月15日に COVID-19入院チームを再結成し、8月6日よりリハビリテーション治療を再開した。第1波で医療者に発症者が出なかったため、一般病棟勤務後に COVID-19病棟業務を行う兼任業務体制を開始した。病棟改修によりエアロゾルが発生する患者は個室管理となったため、リハビリテーション治療実施時の PPE も見直され、エアロゾル発生リスクのない患者に対してはサージカルマスクで対応した。ガウンも介助量により、ワンピースタイプとアイソレーションタイプを選択する対応を開始した

(図1)。身体接触を少なくリハビリテーション治療を実施できる患者に対しては、アイソレーションタイプのガウンにて PT 一人で実施することを開始した。

第3波は幅広い年代層に感染が広がり、中等症・重症患者数の増加に伴い、リハビリテーション治療実施患者数も増加した。対応できる PT を増やすため、1名ずつ経験者とペアとなって1～2週間の研修を行なった。2021年12月までに当室の理学療法士46名のうち20名が研修を終えた。第4波・第5波では15時以降に8～10名の PT が COVID-19病棟に従事する体制で対応した。

リハビリテーション治療対象患者の特性

2020年3月～2021年12月に COVID-19感染症の診断で入院した患者705名のうち、リハビリテーション治療を実施した患者は218名であった。波ごとの平均年齢、性別、重症度、治療で使用した酸素療法デバイス、転帰を表1に示す。第1～4波の平均年齢は70歳代であったが、第5波では40～50代の患者が多く平均年齢は61.2±13.0歳であった。男女比は全ての波において、男性が6割以上であった。第3波以降は中等症Ⅱで高流量鼻カニューラ酸素療法（high flow nasal cannula oxygen: HFNC）を受ける患者が増え、後述する覚醒下腹臥位療法やベッド上エルゴメータートレーニングを実施する患者が増えた。また在宅酸素療法（Home Oxygen Therapy: HOT）の導入を必要とし、退院前の ADL 指導を要する患者が増えた。転帰は第2波以降、約70%が自宅退院、転院は約15%であった。

a:酸素療法デバイスとマスク

酸素療法デバイス		マスク
あり	挿管人工呼吸器	 HALO + フェイスシールド
	ハイフロー鼻カヌラ (HFNC)	
	鼻マスク (リザーバー付きを含む)	
なし	鼻カヌラ (リザーバー付きを含む)	サージカルマスク + アイガード
	酸素療法なし	※患者がマスクを装着できない場合はフェイスシールド

b:身体接触とガウン

身体接触	ガウン ※ヘアキャップと手袋は常に必須
多い	 タイベック®
少ない	アイソレーションガウン 

図1 リハビリテーション治療時の個人防護具
 [略語] HFNC : high flow nasal cannula oxygen

表 1 波ごとの年齢、性別、重症度、酸素療法デバイス、転帰

		第1波	第2波	第3波	第4波	第5波
年齢(歳)		71.4±4.3	76.3±14.0	73.3±10.9	71.2±13.3	61.2±13.0
男/女(名)		4/1	6/2	37/20	38/26	57/28
重症度	軽症(名)	0	0	6	3	6
	中等症Ⅰ(名)	1	2	12	17	7
	中等症Ⅱ(名)	1	4	30	33	59
	重症(名)	3	1	9	11	13
酸素療法デバイス	人工呼吸療法(名)	3	0	7	11	13
	HFNC(名)	0	1	11	28	37
	HOT導入(名)	0	1	11	11	26
転帰	退院(名)	2	5	43	44	57
	一般床転棟(名)	1	0	3	2	3
	転院(名)	0	1	7	10	13
	死亡(名)	2	1	4	8	12

5波定義（第1波：2020年1月29日～6月13日，第2波：2020年6月14日～10月9日，第3波：2020年10月10日～2021年2月28日，第4波：2021年3月1日～6月20日，第5波：2021年6月21日～12月16日）〔略語〕HOT：Home Oxygen Therapy

本邦で報告された重症化リスク因子（慢性呼吸肺疾患、男性、心血管疾患、糖尿病、高血圧、肥満度）¹⁰⁾のうち、肥満度を除き、他の5つの因子を有していた患者数について図2に示す。190名（87.2%）の患者が、5つの因子のいずれかを有していた。ADL機能に支障をきたす併存疾患として神経変性疾患・脳血管障害などの神経疾患、運動器疾患、腫瘍性疾患、認知症を有していた患者数を図3に示す。4つのいずれかの併存疾患を有していた患者は204名（93.6%）であった。

実践したリハビリテーション治療の内容

第1波と第2波においては、併存疾患を有しADLに介助が必要な患者や人工呼吸療法中および離脱後の回復過程の患者に対して、酸素需要等全身状態に注意してリハビリテーション治療を実施した。第2波までは

エアロゾル感染のリスクからHFNCの使用は推奨されていなかったが、中等症Ⅱの患者に対するHFNCの安全性・有効性が示され^{16) 17)}、陰圧個室管理もしくは全体がレッドゾーンとなった病棟において、医療者が十分なPPEを装着する条件でHFNCの使用が推奨されるようになった¹⁸⁾。当院においても、個室にてHFNCが開始された。医師指示のもと、酸素流量と酸素濃度をバイタルサインに合わせ労作時に調整し、運動誘発性低酸素血症に注意し、ベッド上でのコンディショニング、筋力トレーニング、サイクルエルゴメータトレーニング、個々の身体機能・全身状態に合わせ徐々に基本動作練習を行い、車椅子移乗練習、立位・歩行練習、ADL動作の練習を進めた。

アルファ株が出現しHFNCの患者が増えた第4波においては、肺炎治療における有効性が報告された覚醒

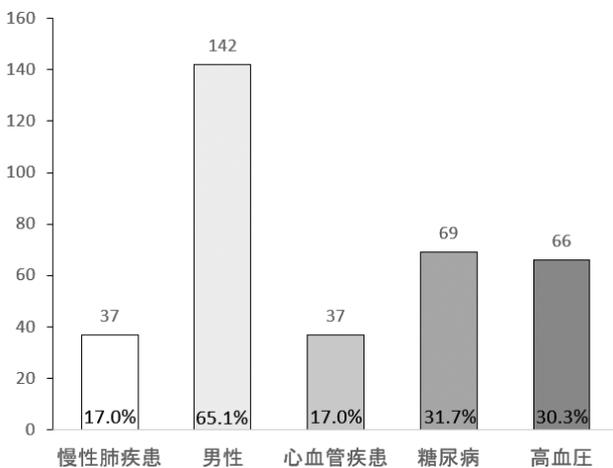


図2 COVID-19リハビリテーション実施患者の重症化リスクを有する患者数

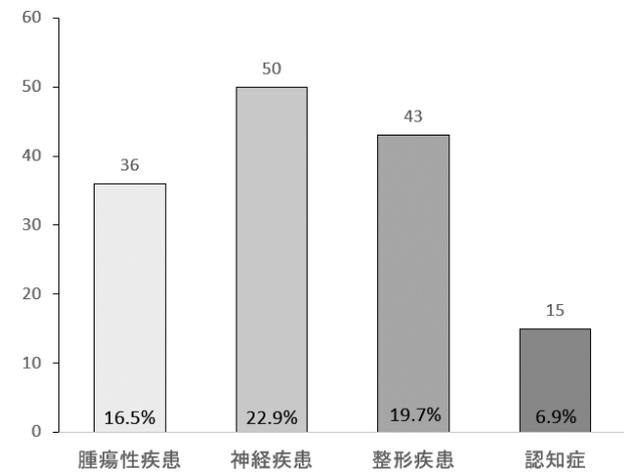


図3 COVID-19リハビリテーション実施患者の併存疾患を有する患者数

下での腹臥位療法^{19) 20)}を、当院においても導入した。併存疾患を有する患者において、関節可動域や身体機能に合わせて安楽な腹臥位のポジショニングを検討し、看護師と共有して、日中の覚醒下での腹臥位を促した。

感染力が強いデルタ株が出現した第5波では、ワクチン未接種の40～50代の感染者数が激増した。ADLは自立しているが、発症後に呼吸状態が悪化した患者の入院が増加した。そして医療体制がひっ迫し、HOT導入にて退院する患者が増加した。理学療法においては、運動誘発性低酸素血症に注意しつつ積極的な運動・離床を進め、早期退院に向けて、ADLや歩行時などのような動作の方法とスピードであれば酸素需要を最小限に効率的に動けるのかを指導することを重点的に実施した²¹⁾。

まとめ

COVID-19専門病棟でのリハビリテーション治療開始当初は、感染対策や治療方法が日々変動し、リハビリテーション治療においてもその変動に柔軟に対応することが求められた。また変異株の出現により、この2年間で対象患者の症状や経過が変化し、その時々でリハビリテーション治療の内容を再考することが必要であった。患者の筋力・運動耐容能等の身体機能とADL機能の維持・改善を限られた環境の中でどのように図るかについて、COVID-19専門病棟医師・看護師、リハビリテーション科医師とともに試行錯誤を重ねて実践してきた。ICU滞在が長期化した患者の退院後1ヶ月時の調査で、91%の患者に抑うつや活動における支障などの集中治療後症候群（post intensive care syndrome: PICS）が観察された報告²²⁾や、ICUで治療された患者の覚醒時、ICU退室時、退院時のそれぞれ72%、52%、27%の患者にICU-AWが観察された報告⁷⁾があり、重症患者に対して早期よりPICSの予防を図るリハビリテーション治療の検討が今後も必要とされている。Otoshiらは併存疾患の数が多いほど重症化する傾向があったと報告しており²³⁾、リハビリテーション治療において併存疾患に対するリスク管理とともに、身体機能・活動機能の改善をいかに図るかが今後も課題となるであろう。また神経疾患等により身体介助を多く要する患者においては、病棟でのADL改善と感染対策の観点から、最小限の介助量での安全な車椅子移乗などの検討が必要であり、移乗ボードやシートなど簡便な福祉用具の活用や使い捨ての補高便座の作製などが望まれる。医療者の創意工夫により活動機能を改善する環境設定をすることの重要性を学んだ2年間の

経験を活かし、今後も多職種で協働して、より早期回復を促すリハビリテーション治療について検討を重ねていきたい。

参考文献

- 1) 飯田俊, 鈴木忠樹:【SARS-CoV-2】COVID-19の病態・免疫。ウイルス。2020: 70: 167～174.
- 2) 厚生労働省: 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)診療の手引き。https://www.mhlw.go.jp/content/000888565.pdf, 2022年2月6日
- 3) Horby P, Lim WS, Emberson JR, Mafham M, Bell JL, Linsell L, et al: Dexamethasone in Hospitalized Patients with Covid-19. N Engl J Med. 2021: 384: 693-704. doi: 10.1056/NEJMoa2021436.
- 4) 今井百里恵, 市川忠:【COVID-19と神経治療学】COVID-19とNeuroRehabilitation. 神経治療学。2021: 38: 39～43
- 5) Matsushima S, Kasahara Y, Aikawa S, Fuzimura T, Yokoyama H, Katata H: Impairment in Physical Function and Mental Status in a Survivor of Severe COVID-19 at Discharge from an Acute Care a Hospital: A Case Report. Phys Ther Res. 2021: 24: 285-290. doi: 10.1298/ptr.E10083.
- 6) Matsunaga N, Hayakawa K, Terada M, Ohtsu H, Asai Y, Tsuzuki S, et al: Clinical Epidemiology of Hospitalized Patients With Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Japan: Report of the COVID-19 Registry Japan. Clin Infect Dis. 2021: 73: 3677-3689. doi: 10.1093/cid/ciaa1470.
- 7) Van Aerde N, Van den Berghe G, Wilmer A, Gosselink R, Hermans G, COVID-19 Consortium: Intensive care unit acquired muscle weakness in COVID-19 patients. Intensive Care Med. 2020: 46: 2083-2085. doi: 10.1007/s00134-020-06244-7.
- 8) Bagnato S, Boccagni C, Marino G, Prestandrea C, D'Agostino T, Rubino F: Critical illness myopathy after COVID-19. Int J Infect Dis. 2020: 99: 276-278. doi: 10.1016/j.ijid.2020.07.072.
- 9) Versace V, Sebastianelli L, Ferrazzoli D, Saltuari L, Kofler M, Löscher W, et al: Case Report: Myopathy in Critically Ill COVID-19 Patients: A Consequence of Hyperinflammation? Front Neurol. 2021: 29: 625144. doi: 10.3389/fneur.2021.625144.
- 10) Terada M, Ohtsu H, Saito S, Hayakawa K, Tsuzuki S, Asai Y, et al: Risk factors for severity on admission and the disease progression during hospitalisation in a

- large cohort of patients with COVID-19 in Japan. *BMJ Open*. 2021; 15: e047007. doi: 10.1136/bmjopen-2020-047007.
- 11) Yanez ND, Weiss NS, Romand JA, Treggiari MM: COVID-19 mortality risk for older men and women. *BMC Public Health*. 2020; 20: 1742. doi: 10.1186/s12889-020-09826-8.
 - 12) Christensen DM, Strange JE, Gislason G, Torp-Pedersen C, Gerds T, Fosbøl E, et al: Charlson Comorbidity Index Score and Risk of Severe Outcome and Death in Danish COVID-19 Patients. *J Gen Intern Med*. 2020; 35: 2801-2803. doi: 10.1007/s11606-020-05991-z.
 - 13) 高橋哲也 : 運動療法時のリスク管理の要点 適切な運動療法によりアクシデントを防ぐ. 理学療法士の歩み. 2021 : 32 : 3 ~ 9.
 - 14) Thomas P, Baldwin C, Bissett B, Boden I, Gosselink R, Granger CL, et al: P Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting and beyond: an update to clinical practice recommendations. 2022; 68: 8-25. doi: 10.1016/j.jphys.2021.12.012.
 - 15) Thomas P, Baldwin C, Bissett B, Boden I, Gosselink R, Granger CL, et al: Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting: clinical practice recommendations. *J Physiother*. 2020; 66: 73-82. doi: 10.1016/j.jphys.2020.03.011.
 - 16) Demoule A, Baron AV, Darmon M, Beurton A, Géri G, Voiriot G, et al: High-Flow Nasal Cannula in Critically Ill Patients with Severe COVID-19. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020; 202: 1039-1042. Doi: 10.1164/rccm.202005-2007LE.
 - 17) Ferioli M, Cisternino C, Leo V, Pisani L, Paolo P, Nava S: Protecting healthcare workers from SARS-CoV-2 infection: practical indications. *Eur Respir Rev*. 2020; 29: 200068. Doi: 10.1183/16000617.0068-2020.
 - 18) The Australian and New Zealand Intensive Care Society: COVID-19 Guidelines version 1. 2020: 1-35.
 - 19) Ehrmann S, Li j, Ibarra-Estrada M, Perez Y, Pavlov I, McNicholas B, et al: Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. 2021; 9: 1387-1395. doi: 10.1016/S2213-2600(21)00356-8
 - 20) Nasa P, Azoulay E, Khanna AK, Jain R, Gupta S, Javeri Y, et al: Expert consensus statements for the management of COVID-19-related acute respiratory failure using a Delphi method. *Crit Care*. 2021; 25: 106. doi: 10.1186/s13054-021-03491-y.
 - 21) 北原エリ子, 山崎裕太, 亀山啓博, 望月正道, 高橋哲也, 藤原俊之 : 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 第5波までを経験して 理学療法士の役割とリスク管理について考える. 理学療法ジャーナル, 2021 : 55:1249-1255
 - 22) Martillo MA, Dangayach N, Tabacof L, Spielman LA, Dams-O'Connor K, Chan CC, et al: Postintensive Care Syndrome in Survivors of Critical Illness Related to Coronavirus Disease 2019: Cohort Study From a New York City Critical Care Recovery Clinic. 2021; 49: 1427-1438. doi: 10.1097/CCM.0000000000005014.
 - 23) Otoshi R, Hagiwara E, Kitayama T, Yamaya T, Higa K, Murohashi K, et al: Clinical characteristics of Japanese patients with moderate to severe COVID-19. *J Infect Chemother*. 2021; 27: 895-901. doi: 10.1016/j.jiac.2021.02.028.
 - 24) Cevik M, Kuppalli K, Kindrachuk J, Peiris M: Virology, transmission, and pathogenesis of SARS-CoV-2. 2020; 23: m3862. doi: 10.1136/bmj.m3862.
 - 25) García-Grimshaw M, Flores-Silva FD, Chiquete E, Cantú-Brito C, Michel-Chávez A, Viguera-Hernández AP, et al: Characteristics and predictors for silent hypoxemia in a cohort of hospitalized COVID-19 patients. *Auton Neurosci*. 2021; 235: 102855. doi: 10.1016/j.autneu.2021.102855.
 - 26) Dolmage TE, Reilly T, Greening NJ, Majd S, Popat B, Agarwal S, et al: Cardiorespiratory Responses between One-legged and Two-legged Cycling in Patients with Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *Ann Am Thorac Soc*. 2020; 17: 240-243. doi: 10.1513/AnnalsATS.201907-500RL.
 - 27) Eggmann S, Kindler A, Perren A, Ott N, Johannes F, Vollenweider R, et al: Early Physical Therapist Interventions for Patients With COVID-19 in the Acute Care Hospital: A Case Report Series. *Phys Ther*. 2021; 101: pzaa194. doi: 10.1093/ptj/pzaa194.
 - 28) 大阪府感染症情報センター : 新型コロナウイルス感染症. <http://www.iph.pref.osaka.jp/infection/disease/corona.html>, 2021年12月6日

Abstract

Rehabilitation treatment of COVID-19 patients at Juntendo University Hospital: Practical report from the five COVID-19 waves in Japan

Yoshihiro Kameyama¹⁾, Eriko Kitahara¹⁾²⁾, Masamichi Mochizuki¹⁾, Yuta Yamazaki¹⁾,
Koji Watanabe¹⁾, Tetsuya Takahashi¹⁾²⁾, Kaoru Honaga³⁾, Toshiyuki Fujiwara¹⁻³⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Juntendo University Hospital

²⁾ Department of Rehabilitation Medicine, Juntendo University Graduate School of Medicine

³⁾ Department of Physical Therapy, Juntendo University Faculty of Health Science

Between April 2020 and December 2021, 218 patients with the novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) underwent rehabilitation treatment at Juntendo University Hospital, mainly including elderly patients at high risk of deterioration of activities of daily living, middle-aged patients with severe exertional dyspnea, and patients with various comorbid diseases. Because of the wide range of symptoms in these patients, vast knowledge of various comorbid diseases and respiratory rehabilitation has been necessary. This manuscript reports staffing of therapists, infection control in rehabilitation, and characteristics of patients and rehabilitation treatment at our hospital during the 1st to 5th waves of COVID-19 in Japan.

Key Words: COVID-19, rehabilitation treatment, comorbid diseases, infection control

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 46-51, 2022]

2021年度保健医療学部市民公開講座の実践

臼井 桂介

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要 旨

令和2年11月6日（土）に順天堂大学保健医療学部市民公開講座が順天堂大学御茶ノ水センタービルにおいて開催された。テーマは「医療で活躍するAI」であり、コロナ禍での開催のため大教室での対面方式とオンラインとのハイブリッド型での開催となったが、多くの方にご参加いただき、有意義な講義が実践された。ここでは、参加者からのアンケート結果をふまえ、本市民公開講座の内容を報告する。

キーワード：市民公開講座、AI、歩行動作、医療画像処理

順天堂保健医療学雑誌，第3巻，第1号，52-54頁，2022年

市民公開講座の概要

近年のコンピューター技術の急速な発達に伴い、人工知能（Artificial Intelligence: AI）は我々の生活の中で非常に身近なものとなりつつある。これは医療分野においても例外ではなく、少子高齢社会を向かえた日本ではAI技術を病気の予防、診断や治療およびリハビリテーションに応用することが大変期待されている。そこで本講座では、2021年度の市民公開講座のテーマを「医療で活躍するAI」とし、市民の方にAIが創造する近未来の医療現場を知っていただくことを目的とした（図1）。

前半の講義では、理学療法学科の松田雅弘先任准教授よりAIの歴史から運動障害を予防する投球動作のAI解析、ロコモティブシンドロームの予防に向けた

AI活用の取り組みについて講義があった。後半では、診療放射線学科の中世古和真講師より放射線診断装置の紹介と、これらに利用されるAIの基礎および臨床現場での活用例を講義された（図2）。講演終了後には参加者から多くの質問があり、有意義な市民公開講座を実践することができた。

開催方式と参加者

2021年度の市民公開講座は新型コロナウイルスの影響が依然として続いていることから、昨年度と同様に対面およびオンラインによるハイブリッド方式での開催となった。当日は、会場での参加者が29名、オンラインでの参加者が42名の合計71名の方々にご参加いただいた。オンライン参加が半分以上を占めることから、自宅などから気軽に参加することができるといったオ



図1 2021年度市民公開講座の案内

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丁目1番1号

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



図2 a ; 松田雅弘先任教 b ; 中世古和真講師

オンラインならではのメリットが良く生かされた講座であった。また高校生も多く参加しており、本学への関心度の高さが感じられた (図3)。

参加者からのアンケートの結果

ご参加いただいた方々から本市民公開講座に関するアンケートを頂戴したため、その結果を報告する。講

義の難易度は「難しかった」と「やや難しかった」が半数を超えている (図4) 一方で、参加者の理解度は「理解できた」が半数以上であることから (図5)、講師の先生方には AI という最先端のテーマを非常に分かり易く講演して頂けたものと考えている。また全体的な満足度においては75%の方が「大変満足」と回答されており (図6)、参加者にとって AI 技術の医療応用

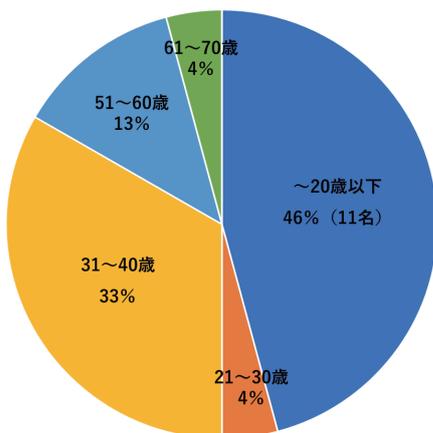


図3 参加者の年齢層

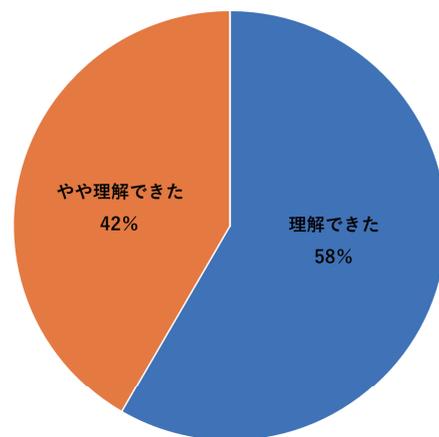


図5 参加者の理解度

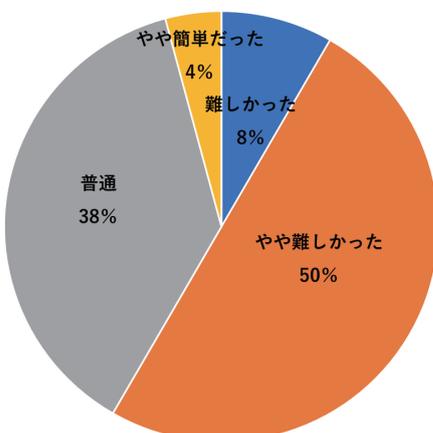


図4 講義の難易度

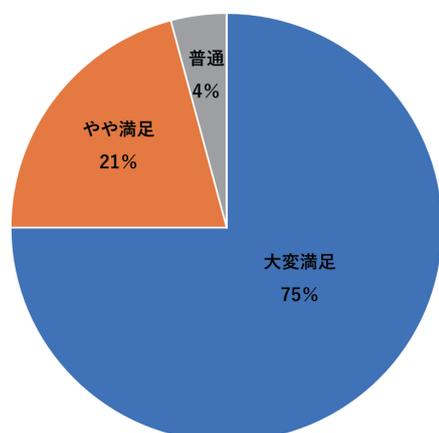


図6 市民公開講座の満足度

を知る非常に有意義な機会となる市民公開講座であったと思われる。今後の開催形式に関しては、ハイブリッド型を望む方が約70%であったことから、オンラインを併用した参加しやすい市民公開講座を今後も目指すことが必要であろうと思われる。

自由記載欄にも多くのご意見を頂戴し、「AI と共存することで高齢化社会に適応できると感じられた」、「AI による歩行の数値化には理学療法士が関与できないか」、「AI により在宅で動けない方の画像診断等も

実現して欲しい」などの声が寄せられた。昨年度のアナケートでは「講義を復習するための資料が欲しい」との要望があったことから、今年度は講義資料を配布したため参加者の理解度を深める一因になったと考えている。最後に今後取り上げて欲しいテーマとして、「海外と比較した日本の医療」、「スポーツと理学療法」、「これから開発される AI 技術」などが挙げられており、来年度以降も市民のニーズに応える市民公開講座を企画し実践していきたいと考えてる。

Abstract

Practice of public lecture in Faculty of Health Sciences in 2021

Keisuke Usui

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

Public Lecture of Faculty of Health Sciences, Juntendo University was held at Ochanomizu Center Building in Juntendo University on Saturday, November 6, 2021. The theme of this lecture was “AI activity in medical care”, and it was held in a hybrid form with both face-to-face and online meeting because of the COVID-19 pandemic, however, many people participated and a great lecture was practiced. In this paper, based on the results of the survey from the participants, I will report the contents of this public lecture.

Key Words: Public lecture, AI, Walking movement, Medical image processing

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 52-54, 2022]

「歩くを AI する一歩くをあいする」

松田 雅弘

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

科学技術の進歩は著しく、人工知能 (artificial intelligence; AI) や Internet of things (IoT) などの情報通信技術 (information and communication technology: ICT)、ロボットの活用は医療の現場でも積極的に用いることが推奨されている。健康に生活できる寿命を健康寿命と呼ばれ、介護の必要なく歩いて移動や生活を営むことは QOL の面や経済的な面からみても重要となる。その歩く健康度を把握するために、歩く動作の画像を取得するだけで簡易的にデータを AI 分析して、それを対象者へ Feedback できるシステムの開発を行っている。

キーワード：人工知能、情報通信技術、ロボット、歩行

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 55-57頁, 2022年

1. 科学技術の発展と医療での活用

平成30 (2018) 年度診療報酬改定によって、人工知能 (artificial intelligence; AI) や Internet of things (IoT) などの情報通信技術 (information and communication technology: ICT) の活用に関して評価されるようになった。本人の健康・医療・介護に関する情報である Personal Health Record (PHR) の管理や活用に関して、自治体、保険者、各医療機関や介護施設に蓄積されている膨大な PHR を AI で解析し、適切な保健指導施策の提案の活用も考えられている (図1)¹⁾。このように、ICT 技術によって医療情報や健康関連情報を利活用できることは、直接的に対象者の利便性だけでなく、生活の幅を拡充することで、生活の豊かさへ直結する。これらは近年注目されている遠隔医療、デジタルヘルスなど、医療過疎地域でも適切な診療やリハビリテー

ションサービスを受けられることにつながる。

AI を用いて解析を行うために莫大なデータが必要となる。センシング技術の発展により、理学療法評価の際の加速度計、脳波計、足圧計、筋電計など様々な計測機器の価格が低下したため容易に使用可能になり、かつ Bluetooth などによって無線で情報を得ることが可能となった。歩行に関して今までは三次元動作解析装置を用いて歩容のデータを取得していたが、多くの時間を要し、かつ研究の制限も多いことから現実的に大規模のデータ習得は難しい。しかし、マーカを使用しないでも、ビデオ画像を解析可能な技術である Open pose などの手法によって簡易的に動作分析が可能になってきている。その信頼性・妥当性も検討され、臨床的にも使用可能なレベルまで進化している²⁾。

2. 歩くことについて

私たちは歩くことで活動の範囲を広げ、様々な参加の機会を得ていることが多い。もちろん歩くことが困難であれば、杖の使用や車椅子の使用することで、活動や参加の機会を確保する。加齢にともなって歩行が困難になり、社会活動が少なり、加齢にともなう筋力低下以外にも廃用による筋力低下が合わさり、移動制限が著しくなる。介護状態の手前で健康な状態に戻りうる病態を「フレイル」³⁾ とされ、その状態を本人が自覚することが難しく、加齢によって徐々に生じる歩く能力も低下していく。

中高年から最大歩行速度の低下⁴⁾ やロコモティブシ

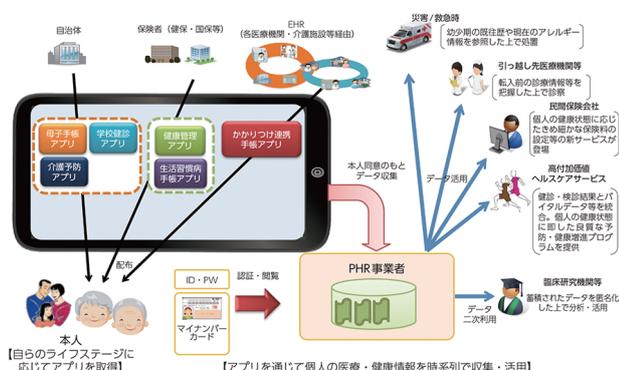


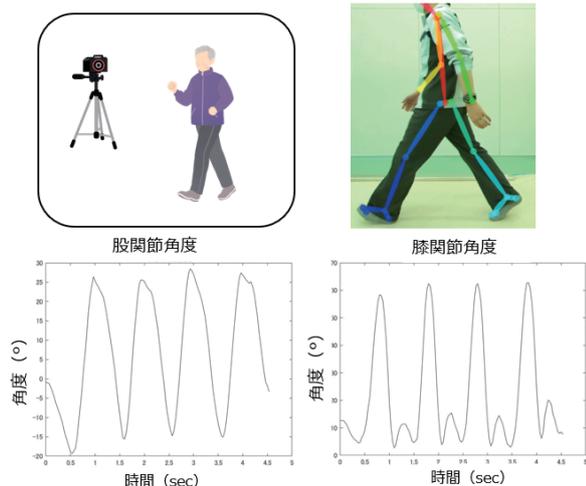
図1 我が国における PHR モデル構築事業

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

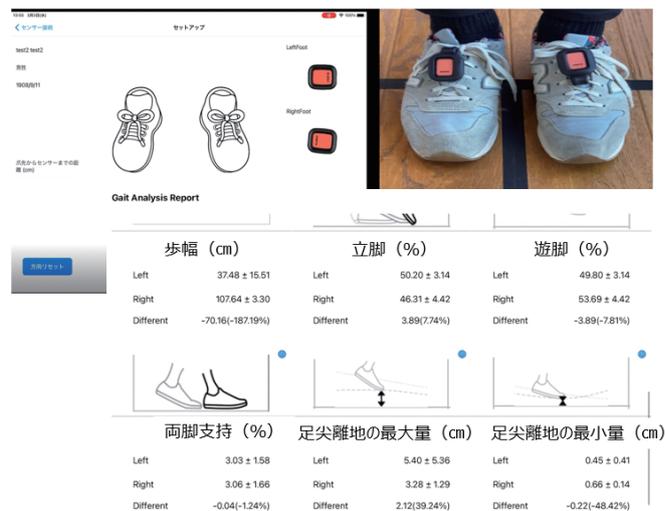
〒113-8421 東京都文京区本郷2丁目1番1号

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



カメラで歩行を撮影し、動き方を解析することで簡易的に歩行評価が可能

(今仙電機製作所 株式会社)



Xsens DOTを使用した歩行解析「StepLab」
加速度計2個装着することで、簡易的に歩行評価が可能

(ゼロシーセブン 株式会社)

図2 画像による歩行動作の分析と加速度計による歩行能力の測定

ンドロームの進行⁵⁾が指摘されており、早めに歩行能力低下を自身でも察知できるシステムによって、可逆的に歩行能力を改善・維持することが可能となる。加齢にともなう歩行能力の低下の特徴として歩幅の低下⁶⁾、歩行周期や歩幅の変動性の大きさ^{7, 8)}などが挙げられる。その歩行能力の低下を引き起こすバイオメカニクスの特徴として、健常若年者と比べ中高年者では、股関節の角度変化、とくに立脚期後半の伸展角度が減少し、遊脚期の膝関節最大屈曲角度は減少する⁹⁾ため、それを未然に防ぐことが目標となる。

自身の状態と目標値を視覚化できることは、自身の健康度を把握し、それを改善していくために重要な目標値となる。各年代の画像による歩行動作と簡易的な加速度計による時間因子の歩行能力の測定によって大量のデータを取得し、それをAI解析することで、歩行能力の低下のパターン分析が可能となる(図2)。それを普及率の高いスマートフォンなど確認できると日々の生活の改善につながっていくものと考えられる。

3. 今後の展望

私たちの生活で情報を如何に活用するか、それがSociety4.0の世界で、有効な情報の活用方法が求められている。しかし、その先のSociety5.0(サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムによって開かれるこの社会)の世界を創造して理学療法も進化していかなくてはならない。そのために、現在の健康に関する情報を得て、AIなどの解析や人的な支援を含めた最善の情報の提供をすることによって、

人の健康の増進を支援して、住み慣れた街で幸福に生きることの支援につなげていく。また、Society5.0の世界では社会インフラによって障害が明瞭になってしまわないように、移動困難者にも適切な支援が行われることが想定されている。このように社会インフラの整備で移動困難者に関しても制限なく移動ができる時代も創造でき、かつ健康度や歩く力をスマートフォンなどのデバイスを使用して維持していけるシステムを構築することで、インクルーシブで健康的な社会実装が可能になるのではないかと。その社会の実現のために、「歩く」を主体として健康度を把握し、それを維持することで、人生100年時代を健康に生活できる社会実現するための研究を継続していきたい。

引用文献

- 1) 平成30年版 情報通信白書 : <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd266120.html>, 2022年1月3日
- 2) Ota M, Tateuchi H, Hashiguchi T, Ichihashi N: Verification of validity of gait analysis systems during treadmill walking and running using human pose tracking algorithm. *Gait Posture*. 2021; 85: 290-297.
- 3) 鈴木隆雄, 辻一郎, 原田敬, 吉村典子, 葛谷雅文, 清原裕 : 他 : 後期高齢者の保健事業のあり方に関する研究. 後期高齢者の保健事業のあり方に関する研究 平成27年度 総括・分担研究報告書(厚生労働科学研究費補助金厚生労働科学特別研究事業). 2016: 37-73.

- 4) Himann JE, Cunningham DA, Rechnitzer PA, Paterson DH: Age-related changes in speed of walking. *Med Sci Sports Exerc.* 1988; 20: 161-166.
- 5) 浦野友彦 : 老年医学からみた骨粗鬆症, サルコペニア, フレイル. *日整会誌.* 2021; 95: 638-647.
- 6) Kaneko M, Morimoto Y, Kimura M, Fuchimoto K, Fuchimoto T: A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. *Can J Sport Sci.* 1991; 16: 223-228.
- 7) Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK: Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82: 1050-1056.
- 8) Callisaya ML, Blizzard L, Schmidt MD, McGinley JL, Srikanth VK : Ageing and gait variability--a population-based study of older people. *Age Ageing.* 2010; 39: 191-197.
- 9) Murray MP, Kory RC, Clarkson BH: Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol.* 1969; 24: 169-178.

Abstract

AI for walking - We love walking-

Masahiro Matsuda

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

The advancement of science and technology is remarkable, and the use of information and communication technology, artificial intelligence, the Internet of things, and robots are recommended for employment in the field of medicine. The life expectancy of a person who can live a healthy life is called healthy life expectancy, and it is important for quality of life and personal finance to be able to walk and live without need for nursing care. To determine level of walking health, we are developing a system that acquires images of walking movements, analyzes the data, and provides simple feedback to the user.

Key Words: AI (artificial intelligence), ICT (information and communication technology), Robot, gait

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 55-57, 2022]

医療で活躍する AI AI が支える放射線診断

中世古和真

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

要旨

令和3年度の順天堂大学保健医療学部が主催する市民公開講座が令和3年11月6日行われた。今回のテーマは医療で活躍する AI (Artificial Intelligence) として、診療放射線学科では AI が支える放射線診断として中世古が講演した。講演では、まず放射線診断に使用される診断装置の中から、単純撮影、X線透視装置、X線 CT (Computed Tomography) 装置、MRI (Magnetic Resonance Imaging) の特徴が紹介された。引き続き、AI が関わる放射線診断として画像分類、画質改善、画像解析といった画像に関連する AI 技術がどのように研究されているかが紹介された。

キーワード：放射線診断、深層学習、画像分類、画像解析

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 58-60頁, 2022年

1. 放射線診断に関わる装置

MRI を除く診断装置は X 線を用いて検査され、その特徴として X 線を照射する方向と X 線を照射する時間に注目し、表1のように分類した。まず、単純撮影の特徴として X 線の照射時間は多くて数十ミリ秒程度あり、照射する方向は1回の撮影で1方向からの照射である。診断の対象としては、X 線が人体を透過した量を基に画像化しているため、軟部組織の異常を診断するより骨などの密度の高い (X 線をよく吸収する) 組織や、X 線をほぼ吸収しないガスなどの状態を診断するのに使用されている。

X 線透視装置について X 線の照射時間は検査により大きく異なるが、短い場合で1つの検査で数十秒程度、長い場合で数分となり、照射する方向は1方向からの照射となる。透視検査の大きな特徴として、X 線を連続的に照射できる点がある。これにより、検出器に X 線が入射すると同時に表示することで、患者さんの様子をリアルタイムで観察することができる。また、動画像として保存することができる。診断の対象としては、動きを観察する点では嚥下造影検査が実施

されている。嚥下造影検査では患者さんの嚥下機能を造影剤入りのゼリーなどを飲み込む様子から診断することができる。

X 線 CT 装置について X 線の照射時間は撮影範囲と装置の性能により大きく異なるが、頭部などの小さい範囲の場合は数秒から10秒程度、体幹部などの大きい範囲の場合は数十秒程度照射している。X 線 CT 装置の大きな特徴は人体に照射する方向が他の装置と比較して多い点である。X 線管球が人体の周りを1周する際に1000方向からの照射が行われる。これにより CT 画像は断面像を得ることができる。X 線 CT 検査は全身に使用され、造影剤を使用した血管の描出や骨の3次元画像での診断などが行われている。

X 線を用いないが画像診断で大きな役割を担っている MRI について、MRI は磁石の中に入り RF パルスと呼ばれる信号を送受信することで画像化する。X 線を使用しないため被ばくがなく、信号の送受信の方法を変化させることで様々な画像を得ることができる。図1にパルスシーケンスの1例を示す。このパルスシーケンスを様々に変化させることで MRI は他の検査とは比べて多くの種類の画像を得ることができる。

表 1 X 線を用いる診断装置の分類

	時間	方向
単純撮影	数十ミリ秒程度	1
X 線透視装置	数十秒から数分	1
X 線 CT 装置	数秒から数十秒	1000(ガントリ1周当たり)

2. AI が支える放射線診断

AI のイメージを図2に示す。AI は目的に合わせた脳の構造をしており、これを学習モデルと呼び、図2中の吹き出し内の四角で構成されたものを示す。左の吹き出し内には2つの構造物があり、それぞれ画像分

責任著者：中世古和真

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: k.nakazeko.tk@juntendo.ac.jp

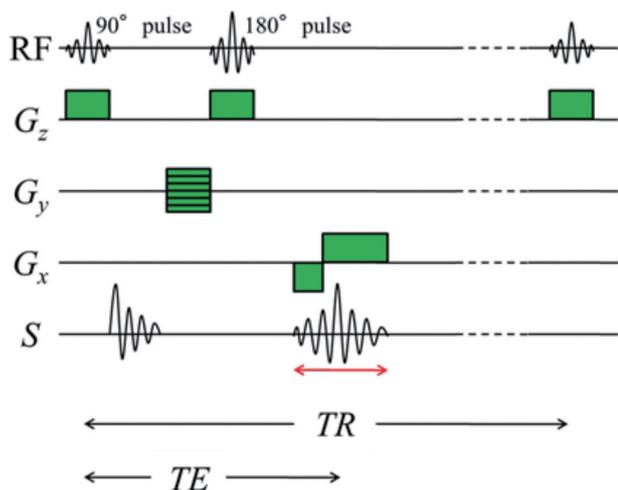


図1 スピンエコー法のパルスシーケンス

類と画質改善に合わせた構造をしている。そして、学習を行うことで右の吹き出し内のように目的に適した構造となる。AIを利用した技術ではこの学習モデルの構造と学習の仕方により様々な処理を行っている。

放射線診断でのAI技術として画像分類を応用した病期分類が挙げられる。放射線診断で病期分類を行われる検査として、胃の透視検査があり画像での臨床分類は6段階に分けられる¹⁾。これらの病期分類は将来的には多くの学習データが必要になるがAIが読影を補助する役割を担えるものである。

AIによる画質改善としてCT画像の画質改善がある。X線を用いて撮影した画像は線量が少ないと画像がノイズによりざらつく。これらのざらつきを、AIを用いた画質改善により除去する。これにより、検査時の被ばくを低減させることができ、患者さんの医療被ばくを少なくすることができる。

AIによる画像解析として全脊椎X線撮影画像の解析がある²⁾。画像解析は、画像中の物体の角度や大きさなどを求めるもので、単純撮影で撮影した脊椎の画

像から側弯症の診断に脊椎の角度を用いる。この角度の測定は、医師が手動で行う場合に、個人の能力差などにより結果が異なる場合がある。そこで画像から自動で角度を導出するのにAIを導入することが研究されている。この研究は画像中から脊椎を物体検出の技術で検出した後に、角度を推定する。その際、大まかな脊椎の検出は既存の技術で実施し、最終的な細かい検出はAIが行われている。このように既存の技術とAI技術を組み合わせた技術が研究されている。

3. まとめ

今回の市民公開講座では放射線診断に用いる装置の特徴と、AI技術がどのように放射線診断に関わるか、一部ではあるが紹介した。現在、臨床現場で多くの種類の検査が実施されており、それらの結果を基に診断がなされている。1人の患者さんに対する検査は多く、患者さんにとって大きな負担になり、また、1人の患者さんに対する情報量が増すことから診断を行う医師にとっても負担になる。画質改善や一部の画像処理が臨床に取り入れられており、それにより患者さんや医療従事者の負担が軽減することになる。今後は、AI技術の発展や既存の技術とAI技術を融合することにより、さらに負担の少ない医療の提供に繋がれるものだと考えられる。

参考文献

- 1) 大鳥喜平, 梶谷早雄: 胃粘膜のパターン分類と胃癌検診. 日本消化器がん検診学会雑誌. 2006; 44(6): 587-603.
- 2) Horng MH, Kuok CP, Fu MJ, Lin CJ, Sun YN. Cobb angle measurement of spine from X-ray images using convolutional neural network. Comput Math Methods Med. 2019;6357171. doi: 10.1155/2019/6357171.

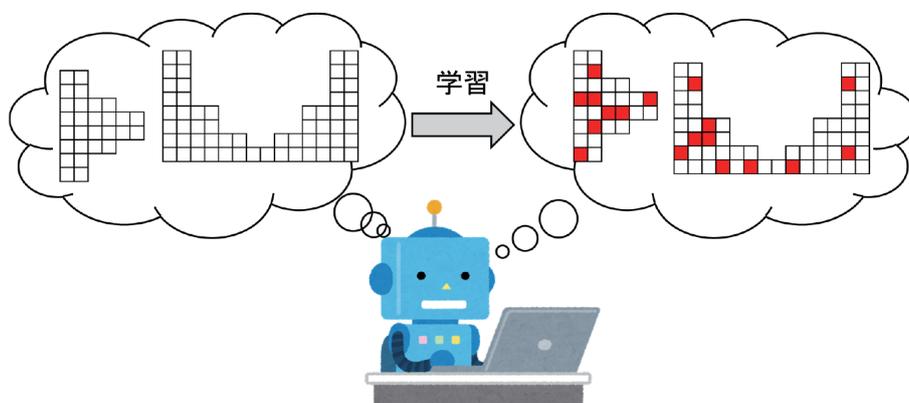


図2 AIのイメージ

Abstract

AI in medicine: Radiological diagnosis supported by AI

Kazuma Nakazeko

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

Public lecture organized by Faculty of Health Science, Juntendo University was held on November 6, 2021. The theme for the lecture was AI (Artificial Intelligence) in medicine. The lecture on “Radiological diagnosis supported by AI” was delivered by Mr. Nakazeko of the Department of Radiological Technology. During the lecture, he first introduced the features of devices used in radiological diagnosis in the subspecialties of radiography, X-ray fluoroscopy, X-ray Computed Tomography (CT), and Magnetic Resonance Imaging (MRI). He then provided the background on AI technologies related to image classification, image quality improvement, and image analysis, further expounding upon the research on AI-related radiological diagnoses.

Key Words: diagnostic radiology, deep learning, classification, image analysis

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 58-60, 2022]

内田篤人氏 特別講演会報告

中村 絵美

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

要 旨

2021年10月16日に元サッカー日本代表である内田篤人氏特別講演会が順天堂大学小川記念講堂にて保健医療学部在学生向けに開催された。講演会には将来スポーツ現場での活躍を目指している学生が多く参加し、キャンパスイベントとして成功裏に終えたので報告する。

キーワード：内田篤人、サッカー、怪我

順天堂保健医療学雑誌, 第3巻, 第1号, 61-62頁, 2022年

2021年10月16日に元サッカー日本代表である内田篤人氏特別講演会が順天堂大学御茶ノ水キャンパス A棟小川記念講堂にて開催された。本特別講演会は、公益財団法人日本サッカー協会医学委員長も務められている本学保健医療学部・池田浩教授の働きかけで実現する形となった。当初、同年5月の開催が予定されていたが新型コロナウイルス感染症に対する3回目の緊急事態宣言が都内で出されたことから開催が延期となっていた。開催準備には自治会委員の学生達も加わり、来学生への手指消毒徹底の声掛けや司会進行、更には内田氏の案内誘導役などを担当する場面もあった。

今回の講演では、内田氏がプロの道を選択した経緯や海外移籍を決断した理由、そして長きに渡って苦しめられた怪我とどのように向き合い、引退までのサッカー人生を歩んできたかについて語って頂いた。池田教授の作成した内田氏の歩みを刻んだスライドを軸に、時には笑いを誘うようなコメントを交えた非常に濃い内容の講演であった。中でも、ワールドカップ代表選考を控えた時期の右大腿部肉離れの受傷シーンが映像で映し出され、その時の様子を内田氏自身が語ってくださった場面では、学生達が食い入るように視線を向けていたのが印象的であった。また、池田教授からは受傷時のMRI画像や損傷した腱の膨隆が消失している写真について、学生達に問いかける場面もあり、戸惑いながらも学習した知識をもとに回答する学生の様子もみられた。学生達にとって、授業で学んでいる知識の重要性を改めて実感できる機会にもなったといえる。

また、本講演会を通して医療従事者がどのように怪我をしたアスリートと関わっていくかを学ぶこともできたのではないだろうか。内田氏が怪我からの復帰に向けて関わっていたメディカルスタッフとのやりとりの中で、「わからないことはわからないと言ってほしい」「一緒に考えてやってみようというスタンスが良い」という言葉があった。アスリートを支える医療従事者として選手とともに試行錯誤して最善の方法を見つけることが信頼関係を築く上でも大切であることを改めて私自身も認識させられた。参加した学生の多くは、将来スポーツ現場や病院等でアスリートと関わることを目標にしていることから、是非心にとめておいてもらいたい内容であった。

最後に、今回の特別講演会は、新型コロナウイルス感染症の影響により昨年度より自治会主催のイベントや課外活動が開催できていなかった学生達にとって、非常に有意義なキャンパスイベントとなった。講師を務めて頂いた内田氏には心より感謝申し上げたい。



責任著者：中村絵美

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丁目2番12号

E-mail: e.nakamura.wu@juntendo.ac.jp

Abstract

Atsuto Uchida's Special Lecture report

Emi Nakamura

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

On October 16, 2021, a special lecture by Atsuto Uchida, a former soccer player representing Japan, was held at Juntendo University Ogawa Memorial Auditorium for current students of the Faculty of Health Sciences. We would like to report that many students who are aiming to play an active role in the sports field in the future participated in the lecture and it was a successful campus event.

Key Words: Atsuto Uchida, soccer, injury

[Juntendo Health Science Journal 3(1): 61-62, 2022]

2019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⁾、
武田晃一³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学医学部解剖学・生体構造科学

³⁾ 順天堂大学大学院医学研究科解剖学・生体構造科学

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。骨格筋は古くから解剖学の重要な研究テーマであったが、全身に多数の筋があつてその名称を定めること、骨格における起始・停止の位置、外形および神経支配について記述することに終始していた。また筋線維長や生理学的筋断面積など機能的パラメーターも計測されていたが、測定方法が標準化されていないこと、個体差が大きいことから、その定量的データは研究により多様であり、有用なものではなかった。

方法：医学部の人体解剖実習で使用され解剖体から、大殿筋の単離筋標本を作成し、骨格筋内の筋線維要素と腱要素の構築を明らかにする。

結果：大殿筋はその上部4分の3の主要部分が強力な停止腱を形成し、大腿骨後面の殿筋粗面に腱性に停止し、下部4分の1の筋束は、外側大腿筋間中隔（大殿筋の停止腱、外側広筋の起始腱膜、腸脛靭帯の一部を含む）に筋性に付着することを明らかにした。

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。

研究課題名：高齢心疾患患者の転倒恐怖感と足趾握力の
関連について

高橋哲也、齊藤正和、森沢知之、藤原俊之、
代田浩之

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

背景：高齢者は加齢とともに転倒リスクが高まり、転倒による骨折は健康寿命短縮の原因となる。一方、転ぶかもしれないという「転倒恐怖感」は歩行速度や歩幅を減少させ、生活範囲の減少や生活の質の低下につながる。しかし、心疾患患者の「転倒恐怖感」関連する因子については不明な点が多い。また、足趾握力は高齢者の転倒リスク要因として注目されているが、高齢心疾患患者の身体機能や転倒恐怖感などの関係は明らかになっていない。

目的：本研究の目的は、高齢心疾患患者の転倒恐怖感と足趾握力の関連について明らかにすることである。

方法：対象は2020年1月から2月までに心臓外科で待機的に心臓外科手術を受けた患者のうち、術前より独歩が可能で、手術前に身体機能の検査を実施した37名中、足把持力の評価が可能であった36例。男性：25例、女性11例、平均年齢：70.2±9.36歳（46-82）、術式：冠動脈バイパス術5例、弁膜症18例、複合手術7例、大血管6例。手術前、および術後1週間経過した日に、握力（ジェイマー型油圧握力計）、足趾筋力（竹井機器工業社製、足趾把持力計 TKK3360）、体組成（体脂肪率、骨格筋量）、運動機能（10m 最大歩行テスト、Short Physical Performance Battery）、転倒恐怖感の有無、転倒経験の有無を評価し、各測定時点での転倒恐怖感と各指標の関連を検証した。

結果：足趾把持力は年齢、体格、下腿周径と相関関係は認めなかった。足趾把持力は握力、SPPB スコア、10m 最大歩行速度とも相関関係は認めなかった。転倒歴のある患者は、転倒歴のない比べて足趾把持力が有意に低値を示した。転倒恐怖感が強い患者は、転倒恐怖感が少ない患者に比べて足趾握力が有意に低かった。手術後1週目の足趾把持力は術前に比べて有意に低下していた。

結論：足趾把持力は代表的なフレイル指標とは関連を認めなかったが、転倒歴と転倒恐怖感に関連していたことから、転倒に関連する独立した影響因子であることが示唆された。

育成世代サッカーにおける熱中症の発生状況に関する疫学調査

池田 浩¹⁾、長尾雅史²⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学革新的医療技術開発研究センター

目的:日本サッカー協会(以下JFA)は、1997年に「サッカーの暑さ対策ガイドブック」を策定し、熱中症に対する注意喚起を行ってきたが、地球温暖化により夏の東京の猛暑日は1997年と比較すると4倍以上になっていること、さらには選手のみならず観戦者にも熱中症が多発していることを受けて、2016年に、選手、観客を含めた全てのサッカーファミリーを守るための「熱中症対策ガイドライン」を策定した。しかし、今なお、熱中症の撲滅には程遠いのが実情である。本研究の目的は、熱中症予防の基盤となるデータを収集し、解析を行うことである。

方法:2019年7月21日～8月3日にJFAが主催した育成年代の4つの全国大会、1)日本クラブユースU-18選手権(男子)、2)高校総体(男子)、3)JFA女子U-15選手権(女子)、4)高校総体(女子)を対象として熱中症の調査を行った。総試合数は140試合、総選手数は6684名(男性:4254名、女性:2430名)であった。調査項目は、1)選手背景、2)暑さ指数(WBGT:Wet Bulb Globe Temperature)、3)天候、4)救急搬送の有無等で、記述統計による発生数と発生率の解析と、WBGTによる熱中症のリスク推定(ロジスティック多変量解析)を行なった。

結果:1)試合時のWBGTをみると、約半数の試合がWBGT28度以上で行われていた。2)熱中症の発生数は12件で、男4254人中8人(0.19%)、女2430人中4人(0.16%)であった。3)熱中症12件は全てWBGT28度以上の試合で発生していた。4)ロジスティック回帰分析ではWBGTが1度上昇するごとに熱中症オッズは1.66倍となる結果であった。

結論:熱中症予防には、WBGT28度未満の環境を確保することが重要であり、夏季大会を開催する場合は、寒冷地開催も検討すべきである。

パーキンソン病患者の歩行のバイオメカニクスと加速度の関連性の検討

松田雅弘¹⁾、北原エリ子²⁾、佐藤和命²⁾、亀山啓博²⁾、眞壁 寿¹⁾、藤野雄次¹⁾、伊澤奈々¹⁾、服部信孝³⁾、藤原俊之^{1,2)}

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医院リハビリテーション室

³⁾ 順天堂大学医学部神経学講座

パーキンソン病(Parkinson's disease; PD)の歩行時の特徴として、すくみ足、小刻み歩行、加速歩行を特徴とし、姿勢反射障害も合わさり転倒する危険が高まる。その歩行障害が発生する運動学的なメカニズムが不明なことが多い。本研究の目的はPD患者の歩行時における関節角度変化のバイオメカニクスと加速度の波形との関連性の特徴を明らかにすることである。PD患者10名(男性3名、女性7名)、平均年齢65.9(58-72)歳、平均罹患年数10.4(4-24)年であった。今回、オン時に見守り以上で歩行可能な者を取り込み基準とした。オン時のMDS-UPDRS part IIIは24.7±10.5 pointsであった。三次元動作解析装置(Acuity社)で、全身にPlug-in gait modelを使用し、サンプリング周波数120Hzにて計測した。同時にWalkway(ANIMA社)で各肢の歩行因子、歩行速度、ケイデンスを計測した。骨盤の動きに関して第5腰椎、体幹の動きに関して第10胸椎上に加速度計(ATR社)を固定して、サンプリング周波数120Hzでデータを取得した。ストライドの右74.1±23.7cm、左72.0±23.3cm、歩幅の右39.1±10.4cm、左35.5±13.2cm、歩行周期の右1.2±0.3秒、左1.2±0.3秒であった。これらの左右差を{(右下肢数値-左下肢数値)/(右下肢数値+左下肢数値)}×100で左右インデックスの絶対値を算出した結果、ストライドは3.3±2.2、歩幅は10.9±7.6、歩行周期は2.7±3.3と、歩幅の左右差は大きいものの、どの項目も標準偏差は大きかった。歩行時における加速度の波形に左右差があり、ケイデンスが大きく、歩幅は小さいほど加速度の上下運動が少ない傾向がある。また、股関節と膝関節の屈伸の変化に対して、腰部の加速度との関連がみられ、胸椎につけた加速度は腰椎の加速度波形と前額面上、水平面上で同位相を示した。PD患者は徐々に歩行能力が低下していくなかで、歩幅が短くなり左右への重心移動の程度も減弱していく。

人工膝関節置換術後のリハビリテーションにおけるエビデンス・プラクティス・ギャップ解消に向けたプロトコルの全国調査

飛山義憲、藤野雄次

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的:本研究では人工膝関節置換術前後のリハビリテーションにおいてどれだけの施設がプロトコルを設けて実施しているか、そのリハビリテーションプロトコルの内容がどの程度エビデンスに基づいているかを調査することを目的とした。

方法:対象は日本人工関節学会および日本人工関節登

録制度事務局によるTKA/UKA/PFAレジストリー統計において、初回手術の施設別件数が報告されている442施設とした。研究デザインは横断研究とし、日本理学療法士協会およびアメリカ整形外科学会・理学療法士協会のガイドライン等を参考に作成した自己記入式質問紙を用いた郵送調査法により調査を行った。

結果：回答の回収率は44.6%であった。術後のリハビリテーションプロトコルを実施している施設は87.6%であったのに対し、術前のプロトコルを実施している施設は45.4%と低い値を示し、八地方区分いづれにおいても術前のプロトコルの実施割合は術後に比べ低い値を示した。また、術後プロトコルは手術件数の四分位範囲でもっとも少ない群に比べ、もっとも多い群、次いで多い群が有意に高い実施割合を示した。さらに、リハビリテーションプロトコルを実施している施設においても、推奨されているものの実施されていない項目の存在も確認された。

結論：術後に比べ術前のリハビリテーションプロトコルを実施している施設が少ないことから、術前のリハビリテーションプロトコルの重要性について周知するとともに、特に手術件数が少ない施設に対してリハビリテーションプロトコルの実施を啓発する必要性が示唆された。さらに、どのようなリハビリテーションを標準的に行うべきかを周知していくことも重要であると考えられる。

本研究は理学療法学（2021年 48 巻 4 号 353-361）に掲載されている。

呼吸器・循環器疾患における呼吸筋サルコペニアの解明に向けた探索的研究

森沢知之¹⁾、菊地佑太²⁾、渡邊英孝²⁾、望月正道²⁾、作山晃裕¹⁾、齊藤正和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医院リハビリテーション科

目的：サルコペニアの診断は主に四肢骨格筋筋力や骨格筋量が用いられるが、サルコペニアは全身性の疾患であることから、横隔膜、肋間筋、脊柱起立筋群などの呼吸筋にもこの筋力減少、筋力低下が起こっている可能性は高い。近年、呼吸器サルコペニアが提唱され、高齢者の呼吸筋力低下に注目が集まっている。特に循環器疾患患者では身体活動量の低下などから呼吸筋力が低下していることが予測される。本研究では、まず高齢心臓外科患者を対象に呼吸筋力とサルコペニアの相互関係を明らかにすることを目的とした。

方法：対象は順天堂医院心臓血管外科で待機的に心臓

外科手術を受けた65歳以上の高齢患者34名（平均年齢75.2歳）。心臓外科手術前に呼吸機能測定装置（IOP-01、木幡計器製作所）を用いて呼吸筋力および身体機能、体組成評価を行った。

結果：対象者の最大吸気圧、最大呼気圧の平均はそれぞれ $-46.7 \pm 22.0 \text{cmH}_2\text{O}$ 、 $68.2 \pm 32.4 \text{cmH}_2\text{O}$ であった。握力、Short physical performance battery、歩行速度、6分間歩行距離の平均は $25.3 \pm 7.9 \text{kg}$ 、 11.7 ± 0.8 点、 $1.1 \pm 0.2 \text{m/秒}$ 、 $409.3 \pm 64.0 \text{m}$ であった。フレイル、プレフレイルの有病率はそれぞれ17.6%と47.1%であり、サルコペニアの有病率は3%であった。サルコペニアを有する患者の呼吸筋力は非サルコペニアの患者と比較して呼吸筋力は低下しており、身体機能も低かった。現在もデータを集積中で、今後も呼吸筋力とサルコペニアの関連性について解析を行う予定である。

ニューロモデュレーションによる身体の垂直知覚変容効果

藤野雄次¹⁾、網本 和²⁾、松田雅弘¹⁾、高橋容子¹⁾、藤原俊之^{1,3)}

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 東京都立大学大学院人間健康科学研究科

³⁾ 順天堂大学大学院医学研究科リハビリテーション医学

目的：ヒトが空間に姿勢を定位するための指標として、主観的身体垂直（Subjective Postural Vertical; SPV）があり、高齢者や脳卒中例のバランス障害にはSPVの異常が関与するとされる。本研究では、後頸部振動刺激（Neck Muscle Vibration; NMV）と直流前庭電気刺激（Galvanic Vestibular Stimulation; GVS）がSPVを変容させるかを検証した。

方法：健常成人6名（年齢 29.5 ± 6.1 歳、身長 $169.3 \pm 4.1 \text{cm}$ 、体重 $60.8 \pm 5.0 \text{kg}$ 、男性5例・女性1例）を対象とした。NMVは左側の後頸部に10分間（刺激周波数80Hz）、GVSは乳様突起の右側に陽極電極、左側に陰極電極を貼付し、1.0mAの刺激強度で10分間通電した。SPVの測定には、電気垂直測定機器（Electrical Vertical Board; EVB）を使用し、傾斜台を前額面上で片側に傾斜させて傾斜時から垂直に戻すときのSPVを計8回計測する。傾斜台は15°もしくは20°に左右へ傾斜させた位置から1.5°/秒の速さで回転し、対象者の身体が垂直と感じた時点での座面の角度をデジタル角度計から記録した。角度は、垂直位を0°、右側への傾きをプラス、左側への傾きをマイナスの値と定義し、平均（傾斜方向性）と標準偏差（動揺性）を算出した。SPVはNMVおよびGVSの直前（ベースライン）と振動

刺激後半5分間（オンライン）時点の2セッション測定し、ベースラインとオンラインでのSPVを比較した。
結果：NMVではベースラインと比較し、オンラインで有意に動揺性が減少した（ $p<0.01$ ）。NMVの傾斜方向性、GVSでの傾斜方向性および動揺性は有意な変化はなかった。

結論：頸部への振動刺激は、身体を定位するうえで複数の感覚運動情報を統合する重要な役割をもち、姿勢に影響をおよぼすことが示されている。本研究結果から、頸部に対する固有受容刺激が身体知覚を鋭敏にさせた可能性が示唆される。

赤外線距離計による胸壁位置の計測を伴う深吸気呼吸停止下照射法の開発と実用化

白井桂介¹⁾、大島理規²⁾、磯邊 哲³⁾、鹿間直人²⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 順天堂大学医学研究科放射線治療学・医学物理学

³⁾ 順天堂医院放射線部

目的：全乳房照射時の心臓線量の増加は心血管障害のリスクを増大させるが、深吸気呼吸停止下での照射により心臓への線量を低減することができる。深吸気時の照射位置は体表面赤外線スキャナ等により監視されるが、多大な設備費用を要し一般臨床に広く普及しづらい状況にある。そこで本研究では、胸郭前面の位置を赤外線距離計により観測し体表面の限られた位置から体内の心臓位置を推定するため、これらの位置的相関性を検討した。

方法：赤外線距離計を頭側端から180 cm、高さ50 cmの位置に固定し、自由呼吸下および深吸気時のCT撮影時に、この定点から左乳頭までの距離（乳頭距離）を本距離計により計測した。各撮影回数は自由呼吸下を1回および深吸気時を3回とした。またこれらのCT画像から、冠動脈左前下行枝—胸壁距離（LAD距離）と接線照射時の心臓—胸壁距離（心臓距離）を測定し、赤外線距離計による胸郭位置との相関性を解析した。本研究では、左全乳房照射予定となった患者のうち、同意された5人を対象としている。

結果と考察：深吸気時の乳頭距離の再現性は $\pm 0.2 \sim 3.9$ mmと高い再現性が示された。自由呼吸下から深吸気時のLAD距離は自由呼吸下と比較して 10.8 ± 4.9 mm大きくなり、心臓距離は 5.4 ± 2.4 mm大きくなった。乳頭距離とLAD距離および心臓距離との相関係数は0.44および0.20であり、各患者の胸郭位置に高い再現性が示された一方で体内のLADおよび心臓距離との相関性は小さいものとなった。これには、胸式・腹式呼吸による個人差や深呼吸時の姿勢変化によるも

のが原因と考えられ、これらの影響を監視することで、胸郭位置のみで心臓位置を推定することが可能になると考えられる。

結論：赤外線距離計による胸郭位置の観測値と体内の心臓位置との相関性は小さく、深吸気時の心臓位置の監視には呼吸時の姿勢や呼吸方式の管理の必要性が示唆された。

食物資源への宇宙放射線の影響

初田真知子¹⁾、山倉文幸¹⁾、川崎広明²⁾、鎌田弥生⁴⁾、黒河千恵¹⁾、大竹淑恵³⁾、竹谷 篤³⁾、高梨宇宙³⁾、若林泰生³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 昭和女子大学食健康科学部

³⁾ 理化学研究所中性子ビーム技術開発チーム

⁴⁾ 順天堂大学大学院医学研究科環境医学研究所

目的：人類の宇宙進出の大きな課題のひとつは宇宙放射線の影響である。近年、月や火星のような深宇宙では、1次宇宙線が宇宙船の遮蔽壁と相互作用してできる中性子線等の2次放射線の影響が大きくなることが明らかになってきた。人の生命活動に必要な食物資源が深宇宙でどのような放射線の影響を受けるのか、人体への影響と同様に重要な問題であるにも関わらずこれまであまり調べられてこなかった。そこで2019年度の共同研究では、食肉への中性子線の影響を生化学分析で調べた。具体的には食肉（豚肩肉）に中性子線を照射し、活性窒素種による酸化修飾の指標である6-ニトロトリプトファンの検出を行った。

方法：中性子線の照射は、理研小型中性子源システム（RANS）を利用した。ベリリウムターゲットに7MeVの陽子を照射し、深宇宙の宇宙船内の典型的エネルギーに対応する1MeVの中性子を作り出した。この中性子線（0.01, 0.1, 1, 3）Gyを食肉サンプルに照射した。食肉サンプルの作成は順天堂大保健医療学部が担当し、生化学分析は昭和女子大を中心として順天堂環境医科学研究所と協力して実施した。中性子照射食肉サンプルの電気泳動後のタンパク質をクマシーブリアントブルー（CBB）で可視化し、照射に伴うタンパク質分解の有無などを評価した。さらに、ニトロトリプトファンに特異的な抗体を用いたウェスタンブロットティング（WB）により、酸化修飾生成の変化を検出した。WBで得られたシグナルはImage Jにて半定量化し、タンパク質中の酸化修飾生成と中性子照射量の相関を明らかにした。

結果：1MeVの中性子照射を実現するためにターゲットステーション用サンプルホルダーを作成した。生

化学分析の結果として、電気泳動後の CBB 染色像から中性子照射によるタンパク質の分解が生じていないこと、及び中性子照射量とタンパク質の酸化修飾に興味深い相関があることがわかった。中性子照射量が小さい所では、中性子照射量に比例してタンパク質や脂質の酸化修飾が増加していることが明らかになった。ところが中性子照射量が大きくなると、0.1Gy と 1Gy の間のあたりで酸化修飾が抑えられて飽和状態あるいは減少していた。

結論：食肉のタンパク質は中性子照射量に依存して酸化修飾されることがわかった。次年度は、中性子による酸化修飾の相関の再現性を確認し、そのメカニズムの解明を進める。

回復期および慢性期脳卒中患者の脊髄神経経路と運動機能・歩行との関係

高橋容子

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：回復期および慢性期脳卒中患者において、脊髄神経経路の異常と麻痺側下肢の運動障害の関与が報告されている (Okuma and Lee, 1996; Crone et al, 2003; Dyer et al. 2009; 2014)。一方で、脊髄神経経路の異常と歩行障害との関係は不明である。本研究は、慢性期脳卒中患者において、脊髄神経経路と下肢運動機能・歩行との関与を横断的に検討することを目的とした。

方法：慢性期脳卒中患者 16 名 (平均年齢 59 歳、平均発症後期間 6.3 年) を対象に実施した。評価対象とする脊髄神経経路は、heteronymous facilitation (HF)、heteronymous inhibition (HI)、相反性抑制 (reciprocal inhibition : RI)、D1 抑制 (D1) とした。脊髄神経経路の評価は、ヒラメ筋 H 反射を用いた条件 - 試験刺激法を用い、試験刺激は脛骨神経に実施した。HF と HI は、条件刺激を大腿神経に実施し、条件 - 試験刺激間隔 (ISI) は -7, -6, -5, 10, 20 ms とした。RI と D1 は、条件刺激を総腓骨神経に実施し、ISI は 0, 1, 2, 3, 20 ms とした。下肢運動機能評価として Fugl-Meyer Assessment および modified Ashworth scale、歩行評価として Gait Assessment and Intervention Tool (G.A.I.T.) を実施した。脊髄神経経路の値と各評価との相関を、スピアマンの順位相関係数を用いて検討した。

結果：HI と G.A.I.T. 総得点の間に有意な正の相関を認めた。そのほかの脊髄神経経路においては、下肢運動機能や歩行との有意な相関は認められなかった。

結論：慢性期脳卒中患者では、HI と歩行が関与する可能性が示唆された。HI は大腿四頭筋からヒラメ筋への反回抑制経路であり、ヒトの歩行において立脚期

の後半で活動が高まると考えられている (Lamy et al. 2008)。このことから、HI の抑制が機能していることが、脳卒中患者の歩行中の下肢運動に良い影響を与えている可能性がある。この成果は、脳卒中歩行回復メカニズム解明の一助となる可能性がある。

振動磁場勾配スピネコー法 (OGSE) を用いた前立腺の検討

福永一星

順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

目的：拡散強調像は急性期の脳梗塞を発症直後から画像所見として捉える手法として、臨床において不可欠な検査方法となっている。我々の施設では、新たな拡散強調像の撮像手法である振動磁場勾配スピネコー法 (Oscillating Gradient spine echo; 以下 OGSE) を臨床応用に向けて導入し、脳梗塞で拡散時間を変化させたときの描出能の違いを報告した (Hori M, Clin Neurorad 2017)。OGSE の短い拡散時間は、粘稠度と空間的拡散の違いを明確にすることができる。前立腺がんの MRI 検査はスクリーニングとして重要であり、拡散強調像が大きな役割を果たしている。前立腺の拡散強調像は様々な施設で撮像されているが、その撮像条件は各施設や各 MRI 装置のベンダーによって統一されていないのが現状である。本研究の目的は、健常ボランティアで OGSE を撮像し、拡散定量値の拡散時間依存性や、再現性・定量値の安定性を検討することである。また、様々な拡散時間で撮像した拡散強調像を検討することで、異なる MRI 装置における撮像条件の統一および拡散定量値として他の臨床検査値のように医師および患者に分かりやすい指標とすることにも貢献できる。

方法：2 名の健常ボランティアを対象とした。OGSE 法 (Proto-type Sequence, trapezoid cosine) および PGSE 法 (Pulsed Gradient spine echo) による拡散強調像を 3T MRI 装置 (Siemens 社製 Prisma) にて撮像した。b 値は 0, 1000s/mm²、MPG は 4 方向、OGSE の振動周波数は 0, 25, 30, 35Hz とした。拡散時間は 42.9, 7.6, 6.5, 5.7msec と変化させて撮像した。

結果：拡散時間が長くなるほど見かけの拡散係数の値は減少する結果となった。しかし、拡散時間のポイントが少ないため、被験者数を増やしても相関関係が認められるかは確証がもてなかった。また、別の課題として腸管のガスが移動したことによる磁化率アーチファクト変化が認められた。前立腺の描出が大きく変化しており、解析結果にも影響したと考えられる。

傍脊柱筋への感覚増強がパーキンソン病の姿勢異常に影響を与えるか

伊澤奈々¹⁾、岩室宏一²⁾、北原エリ子³⁾、佐藤和命³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学運動障害疾患病態研究・治療講座

³⁾ 順天堂医院リハビリテーション室

目的：パーキンソン病において、姿勢異常はADLを著しく低下させるが、薬物療法、外科治療、リハビリテーションのいずれにおいても明らかな有効性は示されてない。姿勢異常の病態も詳細は明らかにされておらず、筋に原因があるとする研究のほかに、固有感覚のフィードバックが不十分であるとの指摘もある。そこで、傍脊柱筋への感覚増強がパーキンソン病の姿勢異常に影響を与えるか、という研究課題を設定し、「傍脊柱筋への感覚入力を増強することで姿勢異常の改善が得られる可能性がある」という仮説をたて、検証を行うこととした。

方法：研究の前段階として、腰痛を有するパーキンソン病患者に対し、鎮痛目的の経皮電気刺激療法施行時に、姿勢への副次的な効果を検討した。当院外来通院中の当該症例5例について、腰部傍脊柱筋への経皮電気刺激療法を実施した。刺激前後に、Spinal mouseによるsagittal alignmentの評価、写真によるcoronal alignmentの評価、およびアンケートによる主観的評価を実施した。刺激方法は、感覚閾値の1.5倍強度による経皮電気刺激療法(左右同強度)を30分実施した。**結果：**刺激前後で、腰背部痛はNRSで 0.6 ± 1.7 ポイント、腰背部のだるさ、しんどさについてはNRSで2.0

± 1.4 ポイント、いずれも軽減した。また、姿勢についてはSpinal mouse[®]で評価を行い、静止立位時の前傾姿勢は 1.4 ± 4.8 度改善、立位時における前後屈の柔軟性も 13.4 ± 12.6 度改善した(図1)。また、側屈姿勢のみられた患者においては、側屈の軽減も観察された(図2)。刺激により特に前後屈の柔軟性が向上したことから、現時点では傍脊柱筋への感覚増強が傍脊柱筋の筋緊張に影響を与えたことが考えられた。またそれにより姿勢改善効果もみられた可能性がある。

展望：来年度も研究を継続していく予定である。まず、病院倫理委員会に申請の上、当院通院・入院中の姿勢異常を有するパーキンソン病患者20名を対象に、傍脊柱筋への経皮電気刺激による姿勢改善効果を検証する。アンケートによる主観的評価に加え、客観的評価方法として、写真やSpinal Mouse[®]による脊椎アライメントの評価、表面筋電図による傍脊柱筋活動の評価を行い、仮説を検証する。2021年日本神経学会学術大会、日本リハビリテーション医学会学術集会、日本パーキンソン病運動障害疾患コンGRESSなどでの発表、およびImpact Factorを有する国際誌への論文投稿を予定している。

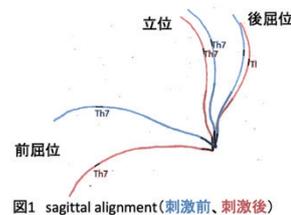


図1 sagittal alignment(刺激前、刺激後)



図2 coronal alignment

2020年度保健医療学部共同研究・奨励研究抄録

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、藤原俊之、代田浩之

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循環器疾患患者の1) 起立性低血圧ならびにフレイル評価に伴う血圧応答異常の罹患率の調査、2) これらに起立性低血圧や動的血圧応答異常の関連要因の検討、3) 起立性低血圧や動的血圧応答異常が転倒、身体機能低下や死亡または心イベント発症との関連性について検討することを目的とする。

方法：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を対象に研究参加への同意が得られた症例に対して起立性低下血圧や動的血圧応答の有無を調査した。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分後の血圧測定において sBP \geq 20mmHg 低下、dBP \geq 10mmHg 低下を認める場合、起立性低血圧と定義した。同様に安静座位で測定した sBP および dBP が椅子からの5回立ち座りを実施した1分後または3分後に sBP \geq 20mmHg 低下または上昇、dBP \geq 10mmHg 低下または上昇を認める場合、動的血圧応答異常と定義した。また、J-CHS 基準によるフレイル評価を実施した。また、1年後および2年後にアンケート調査により生存や心イベント発症の有無、転倒歴、身体機能、運動習慣を含めた身体活動量を調査した。

結果：2022年1月まで132例の患者登録済である (目標症例数の33%)。現在登録済の132例の高齢心疾患患者の中間結果では、起立性低血圧を合併した症例は18例 (14%)、動的血圧応答異常43例 (33%) であった。また、フレイルを呈する高齢心疾患患者44例 (33%) では、起立性低血圧を合併した症例は13例 (31%)、動的血圧応答異常22例 (50%) であった。

結論：中間フレイルを呈する高齢心疾患では起立性低血圧ならびに動的血圧応答異常の発症率が高いことを示された。今後は、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起立性低血圧や動的血圧応答異常の関連要因の検討や起立性低血圧や動的血圧応

答異常と機能的予後ならびに生存や再入院などとの関連性を検討する。

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⁾、武田晃一³⁾、熊崎敏真

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学医学部解剖学・生体構造科学

³⁾ 順天堂大学大学院医学研究科解剖学・生体構造科学

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。骨格筋は古くから解剖学の重要な研究テーマであったが、全身に多数の筋があつてその名称を定めること、骨格における起始・停止の位置、外形および神経支配について記述することに終始していた。また筋線維長や生理学的筋断面積など機能的パラメーターも計測されていたが、測定方法が標準化されていないこと、個体差が大きいことから、その定量的データは研究により多様であり、有用なものではなかった。

方法：腸腰筋と大腿直筋の単離筋標本を作成し、形態計測により筋線維長や PCSA などの機能解剖学的パラメーターを算定し、さらに解剖体の骨格から関節中心と起始・停止位置を決定して、両筋のモーメントアームを算定する。

結果：大腿直筋と腸腰筋の筋線維長と PCSA は同程度であるが、股関節の伸展から中度屈曲位までは腸腰筋のモーメントアームが小さく、発生する回転トルクは大腿直筋に比べて小さいが、回転速度は大きい。深屈曲位においてはモーメントアームが大きくなり、回転トルクが小さくなる。

結論：腸腰筋と大腿直筋の股関節の屈曲に対する作用の違いが明らかになった。

パーキンソン病患者の重心位置と重心移動能力が歩行・立ち上がり動作に及ぼす影響

松田雅弘¹⁾、北原エリ子²⁾、佐藤和命²⁾、亀山啓博²⁾、眞壁 寿¹⁾、藤野雄次¹⁾、高橋容子¹⁾、伊澤奈々¹⁾、藤原俊之¹⁻³⁾

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医院リハビリテーション室

³⁾ 順天堂大学医学部リハビリテーション医学研究室
パーキンソン病 (Parkinson's disease ; PD) の特徴的な姿勢障害は、Pisa 現象という左右一側に傾き、腰曲がり・首曲がりなどに代表される前屈姿勢を呈しやすい。さらに、体幹の回旋運動の減少もみられ、姿勢変換能力が低下し、重心は後方へ偏位しやすい。立ち上がり困難な PD 患者の特徴は、前方への重心移動が困難となる。これらは、姿勢反射障害から生じる重心移動に伴う姿勢反射能力の低下が原因か、または姿勢アライメントが問題なのか、歩行動作や立ち上がり動作に関与しているか不明な点が多い。そこで、立位・座位姿勢保持時の重心位置と随意的に重心移動可能な範囲、姿勢アライメントが歩行や立ち上がり動作に及ぼす影響を検討することを目的とした。対象は PD 患者5名、平均年齢63.4歳 (53-83歳)、罹患期間9.4年 (6-12年)、であった。診療情報としてパーキンソン病の発症側、MDS-UPDRS part III、MiniBEST、TIS (Trunk Impairment Scale)、2分間歩行距離 (2MWD) をカルテ情報から得た。測定はSR ビジョン (住友理工社) を座面に敷き、両足部非接触で最大限左右前後へ重心移動を行い保持する課題を実施した。また、5回の立ち座り検査 (5STS) の時間計測と重心移動計測を行った。Mini-BEST と後方最大重心移動の左右 ($r_s=0.9$)、TIS と5STS 左右・前後 ($r_s=0.9$)、2MWD と前方最大重心移動の左右・前後 ($r_s=0.9$)、後方最大重心移動の前後と STS 前後 ($r_s=0.9$)、前方最大重心移動の前後と STS 前後 ($r_s=0.95$) となり、PD 発症側への最大重心移動が困難なこと、立ち上がり動作に前後重心移動能力が影響する傾向があった。

経皮的脊髄電気刺激は皮質可塑性を誘導できるか？

山口智史、春山幸志郎、藤原俊之

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

近年、脳卒中などの中枢神経疾患後の下肢運動機能障害に対するリハビリテーション手法として、腰背部から経皮的に微弱な電気刺激を行う、経皮的脊髄電気刺激 (tSCS) が注目されている。tSCS の効果について、麻痺側下肢筋活動の賦活や歩行能力の改善が報告され

ているが、その効果メカニズムについては十分に検討されていない。そこで本研究では、tSCS の効果メカニズムを明らかにすることを目的に、tSCS が脳可塑性に及ぼす効果について経頭蓋磁気刺激法を用いて検討した。

対象は、若年健常成人10名とした。介入条件は、tSCS 条件、偽 tSCS 条件、さらに従来の電気刺激治療と比較するために、末梢神経への経皮的な電気刺激 (tPES) の3条件の課題を、1週間以上の間隔ですべて実施した。tSCS では、100 Hz の刺激パルス10発を1 train として、0.5 Hz の刺激間隔で、腰背部 (第11/12 胸椎部) に刺激した。tPES では、tSCS と同様の刺激設定とし、右総腓骨神経へ刺激した。tSCS は感覚閾値 (刺激を知覚する程度) の1.5倍で筋収縮が生じない強度とし、tPES は前脛骨筋の運動閾値とした。刺激時間は20分間とし、偽 tSCS 条件では最初の30秒間のみ刺激した。脳可塑性の評価として、2連発の磁気刺激による条件 - 試験刺激法を用いて、左下肢一次運動野を刺激し、右前脛骨筋から運動誘発電位を計測することで、皮質内抑制を評価した。評価は、課題前、直後、課題後15分および30分の時点で実施した。

tSCS 条件において、課題前と比較し、皮質内抑制が有意に減少し、刺激後15分まで持続した ($p < 0.05$)。他の条件では、有意な変化を認めなかった。tSCS による皮質内抑制の減少 (脱抑制) は、脳卒中後の運動機能回復や運動学習との関連が報告されている。本研究により、tSCS は脊髄部からの感覚入力を増大することで、脳の神経可塑性を誘導し、運動機能を改善させる可能性が明らかとなった。

血液透析患者の筋骨連関が機能的予後および生命予後に与える影響についての検討

齊藤正和、高橋哲也、森沢知之

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：血液透析療法を要する末期腎不全患者では、慢性腎臓病に伴う骨ミネラル代謝異常や尿毒症性サルコペニアなど骨ならびに骨格筋に関連する合併症の発症リスクが高いことが示されている。最近では、地域在住高齢者などを中心に骨密度低下 (オステオペニア) およびサルコペニア、双方の表現系を有するオステオ・サルコペニア (Osteosarcopenia) が、身体機能低下や転倒・骨折などの機能的予後の関連因子であることが示されている。しかしながら、高齢血液透析患者を対象としたオステオ・サルコペニアと機能的予後との関連を検討した報告は皆無である。そこで、本研究では、1) 血液透析療法を有する末期腎不全患者におけるオ

ステオ・サルコペニアの罹患率および危険因子を検討すること、2) オステオ・サルコペニアが、転倒・骨折、身体機能低下などの機能的予後や生命予後に与える影響を検討することを目的とした。

方法：8施設からなる多施設共同前向きコホート研究に登録された65歳以上の高齢血液透析患者を対象にサルコペニア (AWGS2019診断基準)、オステオペニア (骨密度値 $YAM < -1.0SD$) の有無を評価し、ロバスト (R)、サルコペニア (S)、オステオペニア (O)、オステオサルコペニア (OS) の4群に分類し、身体機能指標 (Short physical performance battery [SPPB]、身体活動量 [IPAQ short Form]、身体的フレイル [J-CHS 基準])、栄養指標 (位相角、Protein energy wasting [IRNM 基準]) を比較検討した。

結果：多施設共同研究のデータベースに登録済みの高齢透析患者216例のうち生体電気インピーダンス法による体組成評価ならびに DXA 法による骨密度評価データが登録済みの54例を対象とすると、R 群6例 (11.1%)、O 群40例 (74.1%)、OS 群8例 (14.8%) であり、S 群に該当する症例は認めなかった。OS 群は、R 群に比べて有意に身体活動量が低値であった ($p < 0.01$)。また、OS 群は、R 群や O 群比べて、位相角が有意に低値であり (それぞれ $p < 0.01$)、Protein energy wasting 合併率も高値であった (R 群 vs. O 群 vs. OS 群 : 0% vs. 15% vs. 63%, $p = 0.004$)。一方、SPPB 得点やフレイル合併率 (33% vs. 50% vs. 50%, $p = 0.743$) には3群間で有意差を認めなかった。

結論：オステオサルコペニアを合併する高齢血液透析患者の特徴として、身体活動量低下に加えて、栄養状態が不良であることが示された。今後は、患者登録を継続しオステオ・サルコペニアを合併する高齢血液透析者の身体機能低下や身体的フレイルの進展状況、転倒イベント発症率ならびに生存率や再入院などとの関連性を検討する。

変形性膝関節症患者における筋力低下のメカニズムに関するパイロット研究

飛山義憲¹⁾、福永一星²⁾、池田 浩¹⁾、長岡 功¹⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

目的：変形性膝関節症 (Osteoarthritis, OA) 患者では、OA を有さない健常者に比べて膝伸展筋力が低下しており、この膝伸展筋力の低下は OA を進行させる重要なリスクファクターの一つであることが報告されている。そのため、エクササイズ介入により筋力を向上させる試みがなされているものの、膝伸展筋力の低下は

関節痛や筋萎縮を生じていない OA 患者においてもみられるなど、筋力低下のメカニズムは明確でない。そこで本研究では、OA 患者における膝伸展筋力について、重症度ステージごとにどのような要因に影響を受けるかをパイロット研究により明らかにすることを目的とする。

方法：変形性膝関節症患者30名を対象とした横断研究である。主要アウトカムは膝伸展筋力とし、ハンドヘルドダイナモメーターを用いた等尺性膝伸展筋力の測定を行う。副次アウトカムは血清、尿を用いた関節マーカおよび MRI による大腿四頭筋の筋断面積とする。血液および尿を採取し、軟骨代謝の分解マーカとして II 型コラーゲン C 末端テロペプチドを、合成マーカとして II 型コラーゲン・カルボキシプロペプチドを、軟骨下骨の骨代謝マーカとして架橋ペプチド NTx を、滑膜炎マーカとしてヒアルロン酸を測定する。さらに、1.5ステラの MRI 装置を使用し、大腿四頭筋領域の撮像を行い、画像解析ソフトにより大腿四頭筋断面積を算出する。

結果、結論：現在、研究を進行中であり、重症度ステージごとに膝伸展筋力と滑膜炎、軟骨破壊および関節変形の程度、大腿四頭筋の筋断面積の関係性の探索を進めている。重症度ステージごとにこれらの関係性が異なる可能性が予想され、重症度ステージごとに異なる筋力低下の要因を明らかにすることで、ステージごとに適切でより効果的な介入方法の開発につなげることが可能となる。

脳卒中患者における Trunk Impairment Scale 日本語版の信頼性と妥当性

藤野雄次¹⁾、松田雅弘¹⁾、小林陽平²⁾、大沼 亮³⁾、佐藤博文⁴⁾、長谷川光輝⁵⁾、深田和浩⁶⁾、藤原俊之^{1,7)}

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

²⁾ 石心会病院

³⁾ ケアタウンゆうゆう

⁴⁾ さいたま市民医療センター

⁵⁾ 彩の国東大宮メディカルセンター

⁶⁾ 埼玉医科大学国際医療センター

⁷⁾ 順天堂大学大学院医学研究科リハビリテーション医学

目的：Fujiwara らは、2004年に脳卒中患者に対する体幹機能評価として Trunk impairment scale (TIS) を開発した。TIS の項目には、身体の平衡機能に重要な体幹の垂直知覚、立ち直り反射が含まれており、網羅的に体幹の機能障害レベルの評価が可能である。英語版の TIS では、検者間信頼性や併存的妥当性、予測的妥当

性、内的整合性が検証されている。本研究では、Fujiwara らによる TIS の日本語版を作成し、日本語版 TIS の信頼性と妥当性を検証することとした。

方法：本研究は初発の脳卒中患者72例を対象とし、評価項目は TIS、併存的妥当性を検証する指標として Trunk control test (TCT)、予測的妥当性の指標として退院時の Functional independence measure (FIM) 運動項目とした。検者間信頼性の検討のため、同一施設の理学療法士が同日に TIS をそれぞれ独立して評価した。なお、翻訳作業は母国語を日本語とするバイリンガル2名がそれぞれ順翻訳し、次に2つの順翻訳された仮の日本語版を1つに統合し、母国語を英語とするバイリンガル1名が逆翻訳をした。完成した逆翻訳版を開発者に送り、助言をもらったあとに本研究の趣旨を理解している2名が1つに統合された日本語版を再度修正して日本語版 TIS を作成した。

結果：TIS 日本語版の検者間信頼性、併存的妥当性、予測的妥当性が確認された。

結論：本研究成果により、脳卒中患者における体幹機能障害の客観的・定量的評価指標の日本語版 TIS の普及に寄与し、脳卒中患者に対する治療の効果判定や予後予測精度の向上にもつながると考えられる。

大腿神経に対する電気刺激が脊髄の heteronymous pathway に与える効果

高橋容子、山口智史、春山幸志郎

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：下肢の運動を調節する脊髄神経経路である heteronymous pathway (heteronymous facilitation および inhibition、大腿四頭筋からヒラメ筋への促通/抑制経路)は、脳卒中患者で障害され、麻痺側下肢の運動障害と関与することが報告されている (Dyer et al. 2009; 2014)。脳卒中後の heteronymous facilitation の過剰興奮を改善する方法として、腱振動刺激が報告されているが (Maupas et al. 2017)、heteronymous inhibition の脱抑制に対する効果的な治療は報告されていない。本研究は、新しい介入方法として大腿神経への末梢神経電気刺激を用い、heteronymous facilitation および inhibition への効果を検討することを目的とした。

方法：健康成人1名 (36歳) のプレリミナルデータとした。研究デザインはクロスオーバー比較試験とし、①大腿神経高周波電気刺激、②大腿神経低周波電気刺激、③大腿四頭筋腱振動刺激の3条件を、それぞれ20分間、別の日に実施した。高周波電気刺激は、100Hz の train 刺激 (10train) を2秒に1回の頻度で実施した。低周波電気刺激は、30Hz の train 刺激 (10train) を2

秒に1回の頻度で実施した。これらの電気刺激は、外側広筋の運動閾値の刺激強度で実施した。腱振動刺激は、60Hz の周波数で実施した。介入開始前、介入終了直後、10分後、20分後、30分後、40分後の時点で、大腿四頭筋からヒラメ筋に対する heteronymous facilitation および inhibition を、ヒラメ筋 H 反射を用いた条件 - 試験刺激法にて測定した。

結果：1名のプレリミナルな結果において、heteronymous facilitation の低下および heteronymous inhibition の増強効果は、大腿神経高周波電気刺激後にもっとも持続した。高周波電気刺激に用いたパラメータは、抑制性経路の可塑的変化誘導に効果が高いことが報告されており (Perez et al. 2003; Takahashi et al. 2018)、脊髄神経経路への修飾効果が高い可能性がある。引き続きデータ収集を進めて行く。

アジア諸国の放射線技師免許制度と教育制度の現状調査

坂野康昌¹⁾、京極紳介¹⁾、後藤政実¹⁾、室井建三¹⁾、森 美加¹⁾、中世古和真¹⁾、山本智朗²⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 杏林大学保健学部診療放射線技術学科

目的：診療放射線技師の役割は国によって異なり、免許制度・認定機関・業務範囲・教育制度についても各国で違いがあることが知られている。ヨーロッパにおける診療放射線技師の免許・教育制度については先行研究があるが、日本を含むアジア諸国を比較した包括的な研究はこれまで行われていない。

方法：アジア諸国の診療放射線技師の免許制度・認定機関・業務範囲・教育制度などについて、各国の専門家を対象にアンケート調査を実施した。対象国の政府機関や公の認定機関のウェブサイト进行调查し、英語による十分な情報が得られる国については、パブリックドメイン上のデータを調査結果として採用した。

結果：日本を含むアジア14カ国・地域の情報が得られた。免許制度は大きく分けて2種類あり、日本を含む8カ国は1つの免許で診療放射線技師の全ての業務を行うことができる制度を採用し (Single license system)、残りの6カ国は複数の専門分野ごと (例えば、CT や一般撮影などの診断分野のみのライセンスとなり又は放射線治療分野のみのライセンスとなる等) に免許が分かれる制度 (Multiple license system) を採用していた。また超音波検査は診療放射線技師業務の範囲外とされている国があった。

結論：Multiple license system を採用している国は、過去または現在においてイギリス連邦に加盟している

国々で、イギリスのシステムの影響を受けていることが示唆された。超音波検査は画像情報を取り扱う検査で、日本では法律により放射線技師による実施が認定されているが、アジア諸国では療放射線技師業務の範囲外とされている国が4カ国も見られた。各国の教育や免許制度の違いを知り、国内外でのライセンスの活用又は改善に繋げていくことは、大学教育の国際化を進める上で重要な情報である。これらの結果を論文としてまとめ、現在英文誌に投稿中である。

食物資源への宇宙放射線の影響

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

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部

²⁾ 昭和女子大学食健康科学部

³⁾ 理化学研究所中性子ビーム技術開発チーム

⁴⁾ 順天堂大学大学院医学研究科環境医学研究所

⁵⁾ 北陸大学薬学部

⁶⁾ 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

目的：食物資源への宇宙放射線の影響について、2019年度に引き続き詳細に調べる。2020年度の共同研究では、中性子線照射によるタンパク質の酸化修飾のメカニズムを解明するため、中性子照射量を定量評価し、様々な種類のタンパク質や脂質の酸化修飾物について対象を広げて生化学分析を実施する。具体的には、実際に照射した中性子の数をインジウムの放射化分析により定量的に評価する。また既存の報告からトリプトファンのニトロ化と同様の環境下でタンパク質中に生成される可能性が高いと考えられる酸化修飾の一種である3-ニトロチロシンと4-ヒドロキシ-2-ノネナール付加体に関しても、生化学分析を実施する。

方法：RANS 照射実験において、インジウム箔（薄膜面積1cm²、厚み142μm）の放射化分析を行った。RANS でほぼ 1 MeV の速中性子線がサンプルに照射されると、インジウム (In) は核反応¹¹⁵In(n,n')^{115m}In を経由してγ線を放射する。実際に放射されたγ線を計測し、その値から中性子の個数を求めた。3-ニトロチロシンと4-ヒドロキシ-2-ノネナール付加体に関して、電気泳動のCBB染色による可視化、及び特異抗体を用いたウェスタンブロッティング (WB) を行い、それらの酸化修飾を検出した。

結果：中性子線照射実験における放射化分析の結果、実測の中性子の個数と、放射線輸送計算コード

(PHITS) により得た中性子照射量が比例関係にあることが確認された。これは中性子照射量とタンパク質の酸化修飾の相関における中性子照射量の信頼性を確かなものとした。タンパク質の酸化修飾は核反応、化学反応、生化学反応が関与しており、1MeV の中性子と食肉中の次の元素（質量含有率）水素（0.6）、酸素（0.24）、炭素（0.1）、窒素（0.02）との核反応の散乱断面積を調べた。散乱断面積の最も大きい元素が水素であるため、水素の役割を解明するため水分を乾燥させた食肉サンプルと通常の食肉サンプルとの比較実験の着想に至った。生化学分析の結果、リノール酸などの脂質の過酸化に伴って生じるタンパク質の4-ヒドロキシ-2-ノネナール付加体を検出した。また、中性子照射により食肉が放射化されていることがわかった。**結論：**中性子照射が食肉中の脂質の酸化にも関与している可能性が示された。ツナ缶などのリノール酸の酸化修飾は、宇宙食への影響として重要である。中性子照射による酸化修飾におけるラジカル生成及び放射化元素の同定と放射化のメカニズムの解明が必要である。

MRI を用いた脳容積評価における MR 定量値画像の有用性

後藤政実¹⁾、青木茂樹²⁾、藤田翔平²⁾、加藤伸平²⁾、池之内穰²⁾、高野 直³⁾、村田 渉³⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部

²⁾ 順天堂医院放射線科

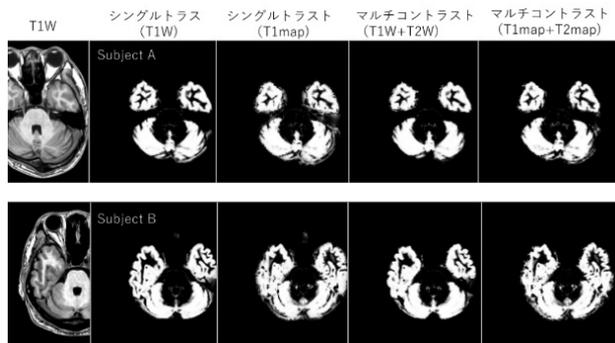
³⁾ 順天堂医院放射線部

目的：第一の目的は、MR 定量値画像 (T1map、T2map、プロトン密度 map) の Voxel-based morphometry (VBM) 解析利用に関する基礎的検討を行い、その有用性を示すこと。第二の目的は、限定された施設でしか臨床応用されていない MR 定量値画像について、一般的な施設でも臨床応用できる環境を構築すること。

方法：撮像は、1.5テスラ MR 装置 (Ingenia, Philips Healthcare) と 12-channel 頭部撮像用コイルを用いた。撮像シーケンスは 3D-QALAS、その条件は以下の通りである：axial acquisition; TR/TE, 6.2/2.8 ms; inversion delay times, 100, 1000, 1900, 2800 ms; T2-prep echo time, 100 ms; FOV, 250 mm; matrix size, 192 × 165; section thickness, 1.3 mm; FA, 4°; receiver BW, 249.4 Hz/pixel; acceleration factor, 1.7; acquisition time, 9 min 56 s。SyMRI software (ver. 0.45.14) を用いて、得られた MR データから T1WI、T2WI、T1map、T2map を作成した。T1WI と T2WI の設定パラメータは以下の通りである：T1WI、TR/TE = 500/10 ms; T2WI、TR/TE = 4500/100

ms. Statistical Parametric Mapping software 12を用いて T1WI、T2WI、T1map、T2map、PDmap を灰白質画像へと分画した。さらに、マルチコントラスト分画機能を用いて、T1WI+T2WI、T1map+T2map による分画も行った。

結果と考察：図に示すように、map を用いると精度が低下（横静脈のミスセグメント増加など）してしまう結果であった。原因としては、WI と map とで異なる信号値プロファイルであること、信号対雑音比が map 画像で低くなっている点が考えられた。



結論：今回の結果は、定量値画像を用いることで解析精度が低下する結果を示したが、その画質を改善することで、解析精度向上を実現する可能性は残っている。今後は、map 画像の画質改善による精度向上や人工知能による解析精度向上について検討していきたい。

FDG-PET/CT 検査における短時間収集画像データの画像再構成法に関する研究

津田啓介¹⁾、藤井博史²⁾、佐藤英介¹⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 国立がん研究センター先端医療開発センター機能診断開発分野

目的：FDG-PET/CT 検査における短時間収集画像データの画像再構成法について、FORE+OSEM algorithm と3D-OSEM algorithm について検討した。

方法：19症例の臍周囲レベルの中腹部領域を撮像した匿名化された画像データに対して、定量的評価と核医学専門医による視覚的評価を行った。具体的には、リストモードで収集した画像データから作成された15、30、60、120、180秒間（基準データ）の再構成画像を解析した。画像データは、FORE+OSEM algorithm および3D-OSEM algorithm で画像再構成されており、これらに対して、定量的評価と核医学専門医による視覚的評価を行った。定量的評価では、中腹部領域において、FDGの集積程度に応じて関心領域（ROI）を配置した。すべての画像に対してROIのカウント数から

SUVmax および CV 値（変動係数）を算出した。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。視覚的評価は、すべての画像について核医学専門医により、5段階スコアリング評価を行った。ROIについて描出能を評価し、FORE+OSEM および3D-OSEM 再構成画像において、基準画像の高集積部位のスコアを5とした。また、すべての画像に対して画質を評価し、FORE+OSEM および3D-OSEM 再構成画像における基準画像のスコアを5とした。統計解析はBonferroni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：FDG-PET/CT 検査における短時間収集では、画像再構成法により集積の描出能あるいは画質の劣化が認められた。3D-OSEM algorithm は画質が良好な印象を受けるが小集積の描出は決して良好ではない。FORE+OSEM algorithm は画質が不良であるが、小集積の描出は良好であった。

結論：PET/CT 装置を用いた場合、重畳させたCT画像との比較により、比較的容易に小集積を同定できるため、FDG-PET/CT 検査における短時間収集では、FORE+OSEM algorithm を用いることが有効であると示唆された。

モンテカルロシミュレーションを用いた加速器型 BNCT 装置のターゲット評価

佐藤英介¹⁾、坂野康昌¹⁾、津田啓介¹⁾、磯辺智範²⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 筑波大学医学医療系

目的：これまでBNCTに用いる中性子発生源としては原子炉が主流であったが、近年では病院に併設できる加速器型の照射体系が考案されている。ターゲット材質の1つであるリチウムは中性子の収率は非常に高いが融点が低いことが欠点とされ、BNCTの照射条件が適切でない場合には治療・研究の長期化につながる。本研究の目的は、モンテカルロシミュレーション（PHITS）を用いて、加速器型BNCT装置のリチウムターゲットの形状および適応可能な陽子エネルギーを明らかにすることである。

方法：はじめに、加速器型BNCT装置の文献を調査し、照射体系・ターゲット形状・ターゲット厚のパターンを抽出し、PHITSを用いてジオメトリを構築した。次に、構築したジオメトリに対してモンテカルロシミュレーション解析を実行し、ターゲット形状の変化・ターゲット厚の変化・適応可能な陽子エネルギーの変化を

評価した。

結果：数種類のターゲットの中では円錐型ターゲット（厚さ：0.5 mm）が適切であり、この円錐型ターゲット（厚さ：0.5 mm）を用いた場合の適応可能な陽子エネルギーが5 MeV 以上であった。

結論：本研究において、ターゲットで発生する中性子エネルギーフラックスと熱量はターゲットの形状および厚さに左右されることが明らかとなり、モンテカルロシミュレーションで加速器 BNCT におけるターゲット検証が可能であることが示唆された。

赤外線距離計による胸壁位置の計測を伴う深吸気呼吸停止下照射法の開発と実用化

白井桂介¹⁾、大島理規²⁾、磯邊 哲³⁾、鈴木健太郎²⁾、鹿間直人²⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 順天堂大学医学研究科放射線治療学・医学物理学

³⁾ 順天堂医院放射線部

Purpose: An increased risk of cardiac toxicity and radiation pneumonitis is related to the mean dose of radiation to the heart and lungs during left-sided breast irradiation. The deep-inspiration breath holding (DIBH) technique was investigated with focus on reducing the radiation dose to the heart and its substructures, such as the left anterior descending coronary artery (LAD). However, internal organ position during DIBH depends on the compliance of the patient. We investigated positional correlations between limited breast surface position and internal organs and evaluated the effect of doses in left-sided breast irradiation with incomplete breath holding.

Methods: Breast surface distance (BSD) was measured using an infrared range finder and the heart position was measured using CT data in five cases who had undergone left-sided lumpectomy practiced DIBH during CT. Each free-breathing CT image was deformed to each DIBH CT image, and the deformation vector field (DVF) was calculated by the Maxwell's demons algorithm. We evaluated dosimetric effects of variations of internal organ deformation by incomplete voluntary DIBH. Virtual deep-inspiration breath holding (V-DIBH) image was simulated based on the DVFs with dividing in the 10 (until ideal) + 5 (excessive intake) in continuous phases.

Results and Conclusion: The average heart distance indicated 1.1 ± 0.5 cm among individual patients. Therefore, adaptation of DIBH irradiation depends on the characteristics of patient's own breathing. Incomplete voluntary DIBH

affected organ dose. The D95% for CTV decreased by up to 45.6%, mean doses of Lung and Heart increased by up to 11.7% and 8.9% compared with ideal DIBH conditions. The virtual estimated dose distribution reveals the uncertainty of the irradiation doses depending on the inspiratory volume. Stabilization of voluntary inspiration volume could accomplish accurate DIBH irradiation using limited point of the body surface monitoring.

MR Fingerprinting を用いた健常者ボランティアおよび多発性硬化症患者の検討

福永一星¹⁾、藤田翔平²⁾

¹⁾ 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾ 順天堂大学医学部放射線診断学講座

目的：MRI から得られる脳の形態学的な情報および組織の緩和時間の情報は、臨床で重要な指標として日々の臨床検査でも用いられている。局所的な皮質の厚さや皮質下の体積を含む脳の形態変化は、脳の発達、年齢、様々な精神疾患や神経疾患と結びついた報告がされている。緩和時間は組織の定量的な特性の一つであり、疾患に関連した変化を検出できる。MRF は多因子の緩和時間を1回の撮像で同時に得られる定量合成 MRI の一つである。これはあらかじめ MRI から得られる緩和時間などの組み合わせごとに「辞書」を作成し、各画像の実際の信号値のパターンと照合することで、再現性・定量性の高い結果を得るものである。本研究の目的は、3次元の MRF における定量値の再現性を検討し、3次元の T1 強調像から得られた定量値と比較することで、その類似性および正確性を検証することである。

方法：対象は11名の女性および9名の男性の計20名の健常ボランティアである。使用した MRI 装置は GE 社製 3T MRI 装置 (Discovery 750w) であり、32チャンネルのヘッドコイルを使用した。T1 強調像の構造画像は自動脳領域抽出ソフトウェアを用いて解析した。局所の皮質厚は FreeSurfer (Version 6.0) を用いて Desikan-Killiany アトラスで定義した。皮質下の体積は FMRIB integrated registration and segmentation tool (FIRST) ソフトウェア (v.5.0.9) を用いて求めた。解析で得られた領域を各個人の T1 および T2 強調像に適用し、手動による補正などはせずに自動解析で抽出された結果を評価した。統計解析ソフトは R プログラム (v.3.3.0) を用いた。スキヤンの再現性には同一被験者内の変動係数と級内相関係数を用いた。脳領域の計測値の一致率を評価するためにブランドアルトマン分析を用いた。

結果：本研究の結果より、3次元の MRF から求められた脳の皮質厚および皮質下の体積は従来の3次元 T1 強調像から求められる値と非常に近く、スキヤンの再現性も高かった。

在宅医療・介護現場での転倒予防推進に向けた、住環境における転倒リスク評価尺度の開発に関する研究

澤 龍一

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

目的：人口高齢化の中で、在宅医療・介護現場における転倒は大きな公衆衛生上の課題となっている。加齢による身体機能の低下が著明になる後期高齢者においては、介護を必要としながら自宅で生活している。日本の住環境は欧米のそれとは異なり、上り框や敷居、畳などの外的な転倒リスクが多いとされている。このように住環境は文化的な背景を大きく反映するため、欧米の環境評価ツールを用いるには限界がある。アジア諸国における住環境評価ツールの現状についてまとめたスコopingレビューによると、日本には信頼性が証明された住環境の転倒リスク評価ツールは日本語版 Westmead Home Safety Assessment (WeHSA-J) のみとされている。WeHSA-J は医療専門職が臨床で用いるためのツールであるが、多くの地域在住高齢者は医療専門職と関わる機会がないため、地域在住高齢者が住環境の転倒リスクを自己評価できるツールが必要と考えられる。

そのため本研究の目的は、研究者、在宅医療従事者、そして何より高齢者自身の意見を取り込みながら、日本の住環境における転倒リスクの自己評価尺度を開発することとする。

方法・結果：転倒予防や老年学に従事する研究者2名、在宅医療・介護現場で臨床に従事する理学療法士2名の計4名でコアメンバーを構成し、①ブレインストーミング ②グルーピング ③リスト化 ④高齢者へのインタビュー ⑤リスト修正 ⑥最終化という手順でドラフト版を作成した。

ドラフト版を用いて、自宅で生活をしており、要介護認定を受けて通所介護サービスを利用する高齢者20名を対象に検者内信頼性を検討した。自記式アンケートとして回答をもらい、2週間後に同じアンケート

トを実施した。専門職は適宜サポートを行った。検者内信頼性は級内相関係数を算出した。級内相関係数は0.622であった。

結論：本研究は、対象者が通所介護施設利用時に住環境を自己評価してもらったが、信頼性が担保できないという結果であった。評価方法の修正やリストの表現方法の修正が必要と考えられ、今後の検討課題と考えている。

筋萎縮性側索硬化症患者の転倒予測因子の前向きコホート研究：多施設共同研究

春山幸志郎

順天堂大学保健医療学部理学療法学科

はじめに：筋萎縮性側索硬化症 (amyotrophic lateral sclerosis: ALS) は上位運動ニューロンと下位運動ニューロンの両者の細胞体が散発性・進行性に変性脱落する神経変性疾患である。発症から死亡（もしくは侵襲的換気）までの期間の中央値は、20～48ヶ月であり、急速進行性の特徴を有する。ALS 者の転倒頻度は高く、33%~46%とされている。本研究は、ALS 患者において評価後3ヶ月時における転倒の有無を追跡し、転倒状況を明らかにすることを目的とした。

方法：対象期間は2020年11月～2021年12月とした。対象者は独立歩行可能な ALS 患者とし、全5カ所の研究協力施設に入院あるいは外来通院しているものとした。Primary endpoint は評価後3ヶ月間の転倒の有無とした。評価後1月ごとに3ヶ月まで郵送による転倒状況の追跡調査を行った。調査結果に基づき、3ヶ月追跡中に1回以上の転倒があったものを転倒者、そうでないものを非転倒者と分類し転倒率を算出した。

結果：12例（平均年齢62.4±11.4歳、男性8名）のデータが登録された。累計転倒数として12回が報告された。3ヶ月追跡中に1回以上の転倒があったものは4例であり、転倒率は33.4%であった。3ヶ月追跡中に2回以上の転倒があったものは3例であり、反復転倒率は25.0%であった。

考察：転倒率は先行研究と一致していた。今後は、臨床評価指標に基づき転倒予測因子を統計的に算出するため、対象者の登録を継続して進めていく予定である。

2021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

Shitara J, et al. Temporal changes of cardiac acoustic biomarkers and cardiac function in acute decompensated heart failure. *ESC Heart Fail.* 2021; 8(5): 4037-4047.

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. Trunk impairment as a predictor of activities of daily living in acute stroke. *Front Neurol.* 2021 Jun 17; 12: 665592.

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

Goto M, et al. Using modulated and smoothed data improves detectability of volume difference in group comparison, but reduces accuracy with atlas-based volumetry using Statistical Parametric Mapping 12 software. *Acta Radiol.* 2021 Jul 19; 2841851211032442.

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

高橋 哲也他. レッドゾーンで新型コロナウイルス感染症患者に対応する理学療法士の心理的ストレスについて. *理学療法学* 2021; 48(6) 620-627.

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

坂野 康昌. 診療放射線技師のための医療英語. 南山堂, 2021 Apr, 130pp.

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. 教育研修講演・スポーツドクターの「夢・挑戦・実現」に向けて. 第94回日本整形外科学会学術総会, 東京, 2021年5月.

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

坂井 建雄, 加藤 公太. 人体の骨格筋. 医学書院, 2021 Sep, 240 pp. ISBN:978-4-260-04620-6.

長岡 功 (ながおか いさお)

保健医療学部理学療法学科 特任教授

長岡 功. 機能性食品であるグルコサミンの関節保護作用の分子メカニズム. *順天堂保健医療学雑誌*, 2021; 2: 2-7.

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

須藤 路子. 英語の生成・知覚モデルと音声言語指導法—発音訓練とリスニング訓練の効果測定—. 科学研究費助成事業 2021～2024年度基盤研究(C) (一般) 採択.

真壁 寿 (まかべ ひとし)

保健医療学部理学療法学科 教授

Makabe H, et al. Influence of Intermittent Blocking of Visual Information on Corticomuscular Coherence during Walking. 28th Congress of International Society of Biomechanics (ISB), Stockholm, 25-29 July (Web).

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. Correlations between isokinetic knee torques and single-leg hop distances in three directions in patients after ACL reconstruction. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2021; 13(1): 10.1186/s13102-021-00265-5.

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. 急性期～回復期病院における脳卒中患者に対する下肢装具の活用に関する実態調査. *日本保健科学学会誌* 2021; 24 (2): 93-105.

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

Kudo D, 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.* 2021; 15: 46-52. doi:10.1016/j.brs.2021.11.004.

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. Prognostic impact of hospital-acquired disability in elderly patients with heart failure. *ESC Heart Fail.* 2021 Jun; 8(3): 1767-1774. doi:10.1002/ehf2.13356.

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. Association of the phase angle with hospital-acquired functional decline in older cardiovascular surgery patients. *Nutrition.* 2021P.111402-111402. doi:10.1016/j.nut.2021.111402

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

Hiyama Y, et al. Quantitative ultrasound of the heel in women with knee osteoarthritis. *J Clin Densitom.* 2021 Oct-Dec; 24(4): 557-562. doi: 10.1016/j.jocd.2021.01.001.

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

Ikeda H, et al. Effects of a wearable device and functional wear on spinal alignment and jump performance. *Journal of exercise science and fitness.* 2021; 19(2) 91-97.

伊澤 奈々 (いざわ なな)

保健医療学部理学療法学科 講師

下 康司, 他. パーキンソン病の DBS 術前評価, 手術, 術後のフォロー, その先へ. 中外医学社. 2021; 82-86.

中村 絵美 (なかむら えみ)

保健医療学部理学療法学科 助教

鵜瀬 亮一他. 新潟県中学野球試合における投手の登板人数および球数調査. *新潟医療福祉会誌.* 2021; 21(2) 57-60.

藤野 雄次 (ふじの ゆうじ)

保健医療学部理学療法学科 助教

Fujino Y, et al. Examination of Rehabilitation Intensity According to Severity of Acute Stroke: A Retrospective Study. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2021; 30(9): 105994. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105994.

澤 龍一 (さわ りゅういち)

保健医療学部理学療法学科 助教

澤 龍一, 他. 通所介護サービスを利用する後期高齢者の居住環境と転倒, つまづき・滑りの関連: セルフチェックシート構築へのパイロット研究. 日本転倒予防学会第8回学術集会, 愛知, 2021年10月.

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

高橋 容子, 他. 歩行中における下肢の脊髄相反性抑制評価システムの開発と健常者での計測. 第51回日本臨床神経生理学会学術大会, 仙台. 2021年12月.

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. Psoas Muscle Volume and Attenuation are Better Predictors than Muscle Area for Hospital Readmission in Older Patients after Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Phys Ther Res.* 2021; 24(2): 128-135. doi:10.1298/ptr.E10079.

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. Pelvis-Toe Distance: 3-Dimensional Gait Characteristics of Functional Limb Shortening in Hemiparetic Stroke. *Sensors (Basel).* 2021 Aug 11; 21(16): 5417. doi:10.3390/s21165417.

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, et al. Perturbative F-theory 10-brane and M-theory 5-brane. *Journal of High Energy Physics* 11 (2021) 201. doi:10.1007/JHEP11(2021)201.

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. 第20回小児核医学研究会 大会長. Web開催. 2021年6月.

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

上妻 謙, 他. 日本循環器学会ガイドライン作成 (班長: 上妻謙, 診療放射線技師責任者: 坂本肇). 2021年改訂版 循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン (分担執筆) 第1章 2. 放射線防護の基本: 10-12. 第2章 1. 放射線の人体への影響: 13-15. 2021年3月.

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 前任准教授

Nonaka R, et al. Increased Risk of Aortic Dissection with Perlecan Deficiency. *Int J Mol Sci.* 2021 Dec 28; 23(1): 315. doi:10.3390/ijms23010315.

後藤 政実 (ごとう まさみ)
保健医療学部診療放射線学科 前任准教授

Goto M, et al. Influence of Mild White Matter Lesions on Voxel-based Morphometry. *Magn Reson Med Sci.* 2021; 20: 40-46. doi:10.2463/mrms.mp.2019-0154.

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

室井 健三. 第77回日本放射線技術学科総会学術大会, セッション (R & D), 2021年4月. 座長.

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. 新・PET 撮像施設認証制度のQ&A, 課題. PET サマーセミナー 2021 in 下呂. 2021年8月.

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

唐澤 久美子, 他. スイスわかる放射線治療物理学. 学研メディカル秀潤社, 2021; 10-60.

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. Evaluation of a Polyethylene Glycol Phantom for Measuring Apparent Diffusion Coefficients Using Three 3.0 T MRI Systems. *Appl Magn Reson.* 52(5): 619-631.

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

渡邊 裕之, 他. 頭蓋撮影におけるシミュレーション・プログラムを用いたトレーニングの有効性. 第37回日本診療放射線技師学術大会抄録. 東京, 2021年11月.

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. Low dose CT denoising using a pre-trained convolutional neural network. *Juntendo Health Science Journal,* 2021; 2: P.13-18.

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. Repeatability and reproducibility of human brain morphometry using three-dimensional magnetic resonance fingerprinting. *Hum Brain Mapp.* 2021; 42(2): 275-285. doi:10.1002/hbm.25232.

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. Temperature measurement of intracranial cerebrospinal fluid using second-order motion compensation diffusion tensor imaging. *Phys Med Biol.* 2021 Dec 16; 66(24). doi:10.1088/1361-6560/ac3fff.

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. Validation of telemedicine-based self-assessment of vital signs for patients with covid-19: A pilot study. *J Telemed Telecare.* 2021:1357633X211011825.

順天堂保健医療学雑誌

Juntendo Health Science Journal

投稿規程

I. 掲載論文と投稿資格

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（非常勤も含む）、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、発表する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あると認められるものとする。

その他：編集委員会が認めたもの及び以下とする。

- ・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、文献を含めて原則下記の字数以内とする。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。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
要旨は原則全て和文要旨（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などの番号及び表題・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、TIFF などのファイル形式で保存し、PowerPoint や word 等に貼り付けること。図表を文字数に換算する目安として A4最大の大きさで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) Gosta Esping-Andersen, 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：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 Robert, 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://kentei.go.jp/singi/keizaisaisei/>，2019年2月26日．

- 6) American Cancer Society. Cancer: Facts & Figures2003. <http://www.cancer.org/downloads/STT/CAFF2003PWSecured.pdf>, Accessed March 3, 2003.

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 を返送する。必要な場合、別刷り（白黒印刷）は 30 部まで無料。以下の場合には別途著者負担とする。

- ・ ページを超過した場合

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。書式は、以下の原則による。すべての投稿は A4 用紙に上下左右に 2.5cm 以上の余白を設け、半角 80 字×40 行に設定し、文字は 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 front 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、表も含め総説 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, Editorials 4,000 words

Original Articles 6,500 words

Research reports 5,600 words

Documents, others 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、所属を記入すること。原則全てに英文で約 300 words の要約を記載する。

The first page of the file should be a coversheet that includes 5 or less keywords (English and Japanese), 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

投稿原稿は査読を行い、編集委員会が原稿の採否、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. 原稿の提出方法及び提出先

- ・ 提出方法

提出については以下2点を要する。

- ①オリジナル原稿（word）。画像がある場合は jpg 又は TIF で提出する。
- ②査読用原稿（PDF）を提出する。

- ・ 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

投稿は原則 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3巻をお届けする運びとなりました。本巻では、冒頭の代田学部長による巻頭言にもありますように、オリジナルの論説4編および実践報告7編を掲載することができました。内容については巻頭言をご参照いただければと思いますが、それ以外にも、2021年11月には恒例となりました本学部主催の市民公開講座が開催され、開催時の様子を実践報告として掲載致しました。また、これに先立ち10月には、学部学生に向けた内田篤人氏による特別講演会が開催され、その様子もご報告いただきました。これらの論説・実践報告により、本年度の学部全体の活動が良く反映された内容となったのではないかと感じております。残念ながら原著論文や研究報告は掲載できませんでしたが、研究面においては、学部の開設当初より行っている共同・奨励研究の抄録を2019年度および2020年度の2年度分掲載致しました。前巻より掲載している、本学部在籍する常勤教員の自選による2021年度の代表的な業績報告と合わせて紹介することにより、学部全体の現在の研究活動の把握、および教員相互の理解をより深めることを目標と致しました。最後になりましたが、お忙しい中、急なお願いにもかかわらず、原稿の依頼を快くお引き受けくださり、原稿をお寄せいただいた諸先生方に深く感謝致します。今後とも忌憚のないご意見、ご批判、ご叱正をお願い申し上げます。

2022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
長岡 功
(アドバイザー)
森本 ゆふ
(事務)

順天堂保健医療学雑誌

JUNTENDO HEALTH SCIENCE JOURNAL

第3巻 第1号

2022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. 2022 vol.3