

NewsLetter

Sports Medicine Research Center, Keio Univ.

No. 44

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
ニューズレター 第44号
[2024年3月発行]

特集

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

開催報告

2023年度教育研究公開シンポジウム 『スポーツ医学から予防医学への展望』

2023年度教育研究公開シンポジウム『スポーツ医学から予防医学への展望』が12月3日（日）13:00～15:00に日吉キャンパス来往舎にて行われ、スポーツ医学研究センター所属の教員が現在進行中の研究の一部をご紹介いたしました。以下、まとめを掲載し、研究公開シンポジウムの開催報告とさせていただきます。

なお、シンポジウム当日の録画は、スポーツ医学研究センターのウェブサイトで公開しております。

コロナ禍における陸上競技を振り返る

スポーツ医学研究センター専任講師 真鍋知宏

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な感染拡大は、非常に大きな社会的、経済的影響を及ぼした。この影響はスポーツ界にももたらされた。日本国内の各競技団体は、2020年4月に1回目の緊急事態宣言が発出されたことにより、スポーツ活動を停止する対応をとった。国際競技連盟が管轄する世界選手権などの国際大会も中止や延期された。また、当初2020年夏に開催が予定されていた東京オリンピック・パラリンピックは、1年後の開催に延期され、無観客での開催となった（4回目の緊急事態宣言発出中における開催）。

2020年9月、日本臨床スポーツ医学会学術委員会競技スポーツ部会内に東京2020大会小委員会が設置された。筆者は同小委員会委員となり、その後21回開催された委員会に参加した。同小委員会の活動内容は、延期開催となった東京オリンピック・パラリンピックに関連する事項を検討して記録に残すことであった。COVID-19関連として、各競技団体の活動再開に関するガイドラインの作成プロセスに関する検討、各競技団体の具体的行動を記録したスポーツ年表の作成、接触の多い競技スポーツにおける感染リスクのスコアリングに関する検討を行い、公開シンポジウム（2022年4月）「コロナとも戦うアスリートをサポートする～TOKYO2020への多角的アプローチ～」も開催した。これら以外に、国際大会帯同時の報告書の形式や保管場所についても議論を行った。ここではスポーツ年表について紹介する。

スポーツ年表は、各競技団体がコロナ禍においてとった行動を時系列で記録したものである。上記小委員会の委員は水泳、陸上競技、バレーボール、サッカー、バスケットボール、パラスポーツのサポート

に關与しているため、各委員の所属する競技団体に関する情報を共有しているシートに記入するようにした。筆者は日本陸上競技連盟（日本陸連）医事委員会に所属しているため、コロナ禍における陸上競技の状況を記録した。小委員会の活動開始時にはすでにコロナ禍に入っていたため、過去の日本陸連の行動を振り返るために参考としたのは、日本陸連ウェブサイトのNEWSの部分である¹⁾。これによると、最初にコロナ関連の記事が掲載されたのは、2020年2月4日で、医事委員会から出された“新型コロナウイルスによる肺炎に対する渡航の際の注意点について”であった（図1）。これはこの時点で判明している新型コロナウイルスに関する情報をまとめて、合宿や大会で海外へ渡航する選手のために注意喚起を行ったものである。その後、エリートランナーを対象としたマラソン大会は開催されるものの、沿道での応援を控えるようお願いする日本陸連会長名の文書も出された。その後も日本国内でも感染拡大により、国内外での大会の延期や中止のお知らせが相次いだ。2020年3月下旬に東京オリンピック・パラリンピックの延期が決定し、緊急事態宣言発出に



新型コロナウイルスによる肺炎に対する渡航の際の注意点について

2020年2月3日
日本陸上競技連盟 医事委員会
田原圭太郎・山澤文裕

【新型コロナウイルス（2019-nCoV）とは】

コロナウイルスには複数のタイプがありますが、通常は感染しても風邪症状にとどまることがほとんどです。しかし、一部のタイプは中東呼吸器症候群（MERS）や重症急性呼吸器症候群（SARS）などの重篤な呼吸器疾患の原因ウイルスとして知られています。

2019年12月以降、中国湖北省武漢市を中心に病因不明の肺炎の集団発生があり、1月9日にこのウイルス性肺炎の原因が新型コロナウイルス（2019-nCoV と命名された）であることが中国当局より報告がありました。

以下に現時点で新型コロナウイルスの要点を列挙致しました。

- ヒトからヒトへの感染が認められています
- 無症状病原体保有者（症状はないが検査が陽性）が確認されています
- 潜伏期間は最大で約2週間と考えられています
- 感染者が確認された国と地域はアジアが中心ですが、中東のUAE、ヨーロッパ、アメリカ、カナダ、オーストラリアにおいても確認されています
- WHO（世界保健機構）は「国際的に懸念される公衆衛生上の緊急事態」を宣言しました。（2020/01/30）
- 中国への渡航について、日本では武漢がある湖北省をレベル3（渡航中止勧告）、その他の中国全土をレベル2（不要不急の渡航は止めて下さい）に指定しています。（外務省 海外安全ホームページ）
- 日本において指定感染症に指定されました。（2020/02/01より施行）
- ワクチン：現在のところ有効なワクチンはありません。
- 治療：現在のところ有効な抗ウイルス薬はなく、対症療法になります。

【渡航や日本での生活についての注意点】

通常の感染対策を日頃より確実に行うことが重要です。

- 上記の通り、中国への不要不急な渡航は避けて頂くことをお勧め致します。
- 睡眠や食事をしっかりととり、疲れを残さないようにして、**体調を整えて下さい。**
- 日頃より頻繁に**手洗い・うがいを行って下さい。**（無症状病原体保有者も確認されているので、特に病気の方や感染が危惧されている環境と直接的に接触した後だけではなく、通常の生活においても意識して行うようにして下さい）
- 人が多く集まる場所では**必ずマスクを着用**して下さい。

【裏面へ続く】

- 急性呼吸器感染症になっているヒトとの濃厚な接触を避けて下さい。すなわち、咳をしているヒトには近づかない方がよいです。
- 生きている又は死んだ**家畜や野生動物との接触を避けて下さい。**
- 念のためのウイルス検査を受けることはできません。
- 体調不良時には、体温を測定して下さい。
- **発熱、咳、痰、息切れなどの急性呼吸器感染症の症状が出た場合には、咳エチケットを実践し（一定の距離を保ち、咳やくしゃみをするときには使い捨てティッシュまたは衣服で覆い、手を洗う）、マスクを着用して医療機関を受診して下さい。新型コロナウイルス感染症の患者と接触歴がある場合、もしくは流行地域より帰国した場合は、事前に医療機関に連絡し申告するようにして下さい。**

注意事項：上記は2020年2月1日時点での情報です。
最新の情報を収集し、ご注意くださいようお願い申し上げます。

図1 日本陸連医事委員会が2020年2月に作成した“新型コロナウイルスによる肺炎に対する渡航の際の注意点について”

JAAF

【大会前／提出用】新型コロナウイルス感染症についての体調管理チェックシート（第2版8月11日改訂）

本チェックシートは各種大会において新型コロナウイルス感染症の拡大を防止するため、参加者の健康状態を確認することを目的としています。本チェックシートに記入いただいた個人情報については、厳正なる管理のもとに保管し、健康状態の把握、来場可否の判断および必要なご連絡のためにのみ利用します。また、個人情報保護法等の法令において認められる場合を除きご本人の同意を得ずに第三者に提供いたしません。但し、大会会場にて感染症患者またはその疑いのある方が発見された場合に必要範囲で保健所等に提供することがあります。

個人情報の取得・利用・提供に同意する

※大会1週間前から記入し、大会当日、主催者の指示に従い指定の場所に提出すること

※該当しない場合は✓を入れ、該当する場合は○を記入すること（体温0.1℃単位の数字を記入）

No.	チェックリスト	/	/	/	/	/	/	/	/
1	のどの痛みがある								
2	咳（せき）が出る								
3	痰（たん）がでたり、からんだりする								
4	鼻水（はなみず）、鼻づまりがある ※アレルギーを除く								
5	頭が痛い								
6	体のだるさなどがある								
7	発熱の症状がある								
8	息苦しさがある								
9	味覚異常(味がしない)								
10	嗅覚異常(匂いがしない)								
11	体温	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
12	薬剤の服用(解熱剤を含む上記症状を緩和させる薬剤)								

氏名 _____

所属（学校名など） _____

※参加者が未成年の場合

連絡先（電話番号） _____

保護者氏名 _____

図2 コロナ禍において大会参加前に用いていた体調管理チェックシート

より、屋外におけるスポーツ活動が中断された。この期間中に少なからず影響を受けた選手を支える家族・指導者・関係者を対象として、日本陸連科学委員会より“新型コロナウイルス感染症に対応する中で選手を支えるために”という文書も出されている。その後、2020年5月下旬に緊急事態宣言が終了したのを受けて、2020年6月11日に“陸上競技活動再開のガイダンス策定のお知らせ”（後に“陸上競技会開催のガイダンス”に変更）が出された。この内容には、大会1週間前からの体調チェック（図2）、大会終了後2週間の体調チェック、選手・関係者・メディア・観客の動線の隔離、観客の声出し禁止や定められた区域内での観戦などが記載されていた。当初は紙ベースの体調管理が実施されていたが、大会によってはスマートフォンのアプリを利用した体調管理も実施されるようになった。

その後、COVID-19に対するワクチン接種が開始され、国際競技大会も再開されていった。オリンピック・パラリンピックの1年延期開催のために玉突きで延期されていた陸上競技世界選手権が2022年7月にアメリカ・オレゴンで実施された。日本選手団は事前のワクチン接種、現地における十分な感染予防対策を講じて実施していたが、選手6名、役員14名の新型コロナウイルス感染となった²⁾。4名の選手が競技参加前の感染が判明して棄権せざるを得なかった。まだ感染

が拡大していたために十分な感染対策をしていた日本選手団と集団免疫獲得によりポストコロナへ踏み出している諸外国選手団が大学寮である選手村で共同生活をするという環境もこのような事態につながった要因の一つと考えられる。そして、2023年5月8日にCOVID-19が5類感染症に変更されたことにより、“陸上競技会開催のガイダンス”は廃止となった。

目の前で大変な事態が生じている際、その状況を記録に残すことは一般的には難しい。しかしながら、後になってその状況を冷静に振り返る時に正確な記録があると非常に有益である。“その時”においては印象的な出来事も、振り返ると記憶が曖昧になる可能性があり、可能な限り“その時”に記録に残しておく重要性を再認識させられた。今後コロナ禍が再度生じることは望ましくないが、今回作成したスポーツ年表が何らかの困難な事態が生じた際や歴史を振り返る際に役立つことを期待したい。

参考文献

- 1) 公益財団法人日本陸上競技連盟ウェブサイト <https://www.jaaf.or.jp/news/>
- 2) 鎌田浩史、他。陸上競技研究紀要 2022; 18: 249-254

地域における運動実施・医療連携について

スポーツ医学研究センター・大学院健康マネジメント研究科准教授 小熊祐子

超高齢社会のいま、慢性疾患を有する人は多い。地域において、安全・安心に運動を行うことを考える際、医療との連携は必須である。関連して近年進んでいるいくつかの事項を紹介した。

1. 健康づくりのための身体活動・運動ガイド 2023

2020年度から健康づくりのための身体活動基準 2013、健康づくりのための身体活動指針（アクティブガイド）の更新のための、厚労科学研究班が発足され、特に、慢性疾患を有する人についての分担任の班長として、エビデンスの整理とまとめを行ってきた。2023年12月の公開講座の時点では、健康づくりのための身体活動・運動ガイド 2023（案）であったが、2024年1月に厚生労働省から公表された（https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/undou/index.html）（図1）。

その中で、INFORMATIONとして、「慢性疾患を有する人の身体

活動のポイント（高血圧、2型糖尿病、脂質異常症、変形性膝関節症）」「身体活動・運動を安全に行うためのポイント」がINFORMATIONとして示された。活用が待たれる（図2、3）。

2. 運動・スポーツ関連資源マップ

健康者だけでなく、何らかの制限・配慮が必要な方々（有疾患・障害者・高齢者等）も含めて、全ての国民が安心して運動を行うには、当事者が生活をしているエリア（地域）の中で、運動できる環境（場）の把握・整備と、支援できる専門家や組織（人）の連携が必要である。その方策の一つとして、自治体単位でスポーツ・運動関連資源（場所・人）の見える化が重要であることが、日本医師会運動・健康スポーツ医学委員会答申（2020年3月）の中で示された。スポーツ庁に提言書が出され、スポーツ庁の事業として、現状把握のための医師向けの質問紙調査が2021年度に行われ（図4）、2022年度には4つの地域でモデル事業としてマップ作成が行われた（図5）。2023年度には、運動習慣化事業の中で、実施が位置付けられており、いくつかの自治体が手を挙げて、事業をすすめている。



全体の方向性			
個人差等を踏まえ、強度や量を調整し、可能なものから取り組む 今日よりも少しでも多く身体を動かす			
	身体活動	座位行動	
高齢者	歩行又はそれと同等以上の 日メッツ以上の身体活動 身体活動を1日40分以上 (1日約6,000歩以上) (※週15メッツ・時以上)	運動 有酸素運動、筋力トレーニング・バランス運動・柔軟運動など多様な運動を週3日以上 【筋力トレーニング ^{※1} を週2~3日】	座りっぱなしの時間が長くなり また強いように感じる
成人	歩行又はそれと同等以上の 日メッツ以上の身体活動 身体活動を1日60分以上 (1日約8,000歩以上) (※週15メッツ・時以上)	運動 息が弾み汗をかく程度以上の 運動を週60分以上 (※週4メッツ・時以上) 【筋力トレーニング ^{※1} を週2~3日】	(座位加齢による) じっとしている時間が長くなりすぎないように うしろでも身体を動かす)
子ども	(参考) ・中等量以上(3メッツ以上)の身体活動(主に有酸素性身体活動)を1日40分以上行う (※身体を動かす時間) ・強度のある有酸素性身体活動や筋力・骨を強化する身体活動を週3日以上行う ・身体を動かす時間の長短にかかわらず、座りっぱなしの時間を減らす。特に食後のスクリーンタイム ^{※2} を減らす。		

図1 高齢者・成人・子どもの身体活動・運動・座位行動の推奨 健康づくりのための身体活動・運動ガイドより引用

3. 運動型健康増進施設要件見直し

1988年に、国民の健康づくりを推進する上で適切な内容の施設を認定しその普及を図るため健康増進施設認定規程が作成された。それにもとづいて厚生労働大臣が認定するのが健康増進施設である。なか

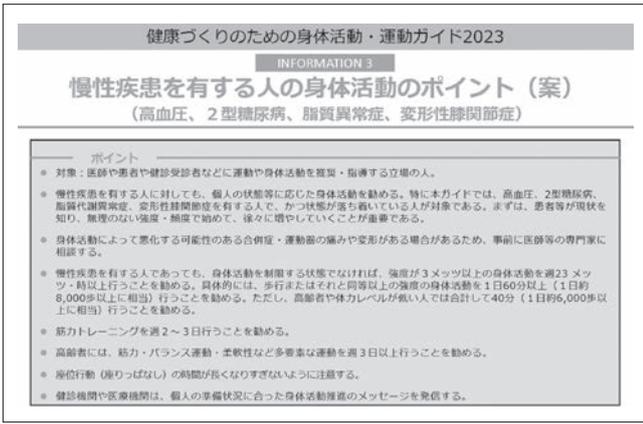


図2 INFORMATION3 慢性疾患を有する人の身体活動のポイント (案)の一部 健康づくりのための身体活動・運動ガイドより引用

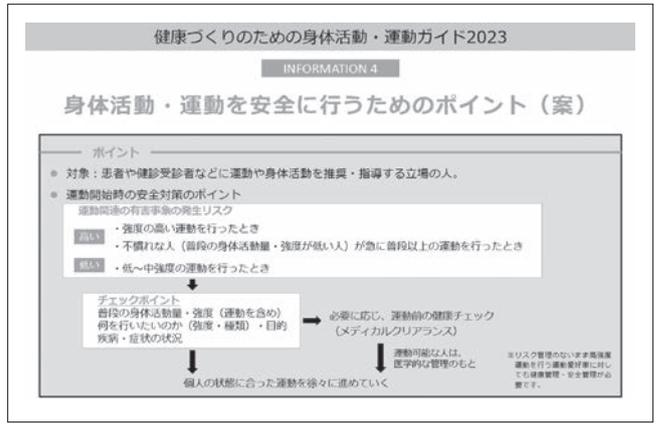


図3 INFORMATION4 身体活動・運動を安全に行うためのポイント (案)の一部 健康づくりのための身体活動・運動ガイドより引用

R3 まとめ 地域におけるリスク別対応運動・スポーツ指導者・組織 (試案)

リスク層	最も高い 指導者の選抜	対応可能な 指導者の選抜	受け入れ可能な施設・組織	近所に近いやすらぎ施設
高リスク層 (重症)	● 医師・医師と上手にコミュニケーションがとれ、病者の状態に合わせた指導ができる	● 理学療法士 ● 健康運動指導士 ● 専門性	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある
中リスク層	● 医師・医師と上手にコミュニケーションがとれ、病者の状態に合わせた指導ができる	● 健康運動指導士	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある
低リスク層	● 運動・スポーツの楽しさを伝え、安全に指導できる知識・経験を有する	● 健康運動指導者 ● 健康・リハビリ指導者 ● 介護予防指導者	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある
健康層	● 運動・スポーツの楽しさを伝え、安全に指導できる知識・経験を有する	● スポーツ推進委員 ● スポーツレクリエーション指導者	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある	● 運動指導者から患者の運動状態についてフィードバックや連絡がある

図4 令和3年度まとめ 地域におけるリスク別対応運動・スポーツ指導者・組織 (試案) スポーツ庁 2021 年度事業報告書より引用

3. モデル地域選定とマップ作成チーム

● モデル地域選定の条件
令和3年度に実施した調査結果より、医師が患者に運動・スポーツを勧めるに運動・スポーツの増進に寄与する条件は、都市部地域と異なっていたことを鑑みて、地域の医師や行政担当者等が協力を得てチームを結成し、モデル地域を選定した。

地域	特徴
石川県 野市町	【特徴】 政令指定都市 (行政区域) 特有の人口約15万人 (総人口約28万人)、高齢化率23.9%。かつ、高齢化率が高い。また、運動・スポーツに関する施設・団体の数も増加している。
神奈川県 横浜市の 磯子区	【特徴】 10万人以上の人口 (総人口) 約44万人、高齢化率24.4%。がん、認知症、高血圧患者等の患者が、総人口の2%以上を占める。また、多種多様な民間のフィットネスクラブが存在する。市民全体の健康意識の高まりが、市民の健康意識を高める。また、市民の健康意識の高まりが、市民の健康意識を高める。
山梨県 甲府市の 山梨市	【特徴】 10万人以上の人口 (総人口) 約19万人、高齢化率20%。人口密度が低い。また、運動・スポーツに関する施設・団体の数も増加している。また、市民の健康意識の高まりが、市民の健康意識を高める。
埼玉県 川口市	【特徴】 10万人以上の人口 (総人口) 約15万人、高齢化率23.9%。かつ、高齢化率が高い。また、運動・スポーツに関する施設・団体の数も増加している。

● マップ作成チームの選定ポイント

選定	地域選定	選定条件	マップ作成
医師	医師	医師	医師
行政	行政	行政	行政
市民	市民	市民	市民
施設	施設	施設	施設
地域	地域	地域	地域
組織	組織	組織	組織
個人	個人	個人	個人
企業	企業	企業	企業
学術	学術	学術	学術
その他	その他	その他	その他

図5 令和4年度 スポーツ・運動関連資源マップ作成モデル地域選定とマップ作成チーム スポーツ庁 2022 年度事業報告書より引用

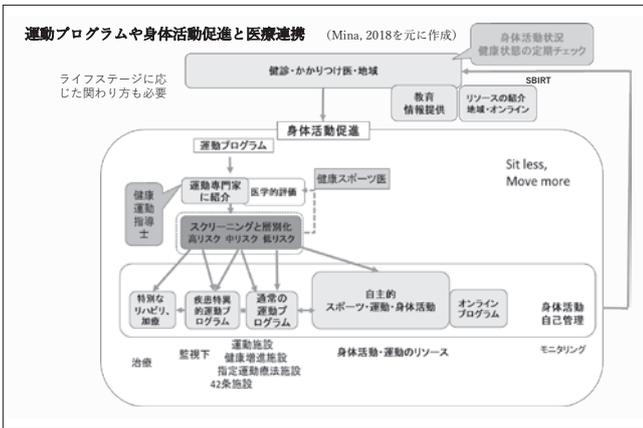


図6 運動プログラムや身体活動促進と医療連携

でも運動型健康増進施設は、健康増進のための有酸素運動を安全かつ適切に行うことのできる施設である。全国で300施設程度が認められる状況ではあったが、あまり有効活用されてこなかった。2017から2019年度には厚生労働科学研究「健康増進施設の現状把握と標準的な運動指導プログラムの開発および効果検証と普及促進」が行われ、健康増進施設等で活用される「標準運動プログラム」が提案された (<https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/27741>)。

要件の見直しがされ、2022年4月から、運動型健康増進施設の面積要件 (トレーニングジム及び運動フロアの合計が150m²以上あることから、20m²) が緩和された。これは、別途示された「標準的な運動プログラム」が実践できる設備として、人的要件が満たされ

ば、フロア面積は狭くとも可能であることによる。また、指定運動療法施設について、医師の運動処方に基づく運動療法を実施する際の1回あたりの施設利用料金が税込み5000円以内、という制限があったが、パーソナルトレーニングでの効果的なプログラム提供を視野にいれ、10000円以内に変更された。また、2023年4月からは、運動型健康増進施設として認められるのは、運動指導者がいる時間帯のみであることが明示された。

医療法人に運営が認められた有酸素性運動施設として、医療法42条施設があるが、従来面積要件の制限から、健康増進施設・指定運動療法施設の要件を満たさないものが多かったが、要件緩和により、漸次、健康増進施設・指定運動療法施設の申請が増加している (2024年1月11日現在運動型健康増進施設351件、指定運動療法施設251件)。

まとめ

以上のように、近年、地域における運動実施・医療連携が必要とされ、かつ、推進する動きが複数生じている。いずれも本格的な運用はこれからであるが、これらの動きを有効活用できるよう、地域で、人的資源が繋がりが、連携して進めていく必要がある。また、サステナブルな仕組みとなるためには、各ステークホルダーにそれぞれメリットのある形が続くことが必須である。今こそ社会に実装し、当たり前の仕組みとなり、誰もが、安全・安心にスポーツ・運動・身体活動を楽しみ、その恩恵を享受できるようにしたいところである。この点、更に検討していく必要がある。

バイオメカニクスを用いたランニング障害予防に向けた取り組み —慶應箱根駅伝プロジェクト—

スポーツ医学研究センター教授・副所長 橋本健史

はじめに

われわれはスポーツ障害を予防するためにはどうしたらよいかという目標を立て、今までさまざまな研究を行ってきた。スポーツ障害予防のプログラムを導入して、体育会各部へそのプログラムを指導して、障害予防を実践してきた^{1), 2), 3), 4)}。また、疲労骨折の検診システムを作り、その予防に取り組んできた⁵⁾。

一方、われわれは体育会競走部のチームドクターとして競走部選手のスポーツ障害の診断、治療を行ってきた。時あたかも体育会競走部は2017年、創立100周年を迎え、競走部長距離チームが東京箱根間往復大学駅伝競走への出場をめざす慶應箱根駅伝プロジェクトが発表された。われわれは、当初よりそのプロジェクトに参加し、バイオメカニクスの手法を用いて、ランニング障害予防とランニングパフォーマンス向上に寄与すべく活動してきた。本稿ではその経緯と将来への展望を述べる。

箱根駅伝とは

東京箱根間往復大学駅伝競走（以下、箱根駅伝）とは、日本マラソンの父、金栗四三（東京高等師範学校学生）がストックホルムオリンピック（日本初参加のオリンピック）に参加し、途中棄権に終わって失意のまま、帰国したことから始まります。彼はレース途中で、Stockholm 郊外の Sollentuna というところで、熱中症で倒れてしまい、農家に助けられたと伝わります。筆者は若き日、Stockholm の Karolinska 研究所に留学しており、Sollentuna を自動車で通ったことがあり、村の風景を懐かしく思い出すことができます。

彼は帰国後の1917年、日本初の駅伝である「東京奠都五十年奉祝・東海道駅伝徒歩競走」を作りました。これは京都三条大橋—東京・上野不忍池間の516kmを3日間、昼夜兼行で走るというすさまじいものであります。これが箱根駅伝の原型となります。その後、1920年、慶大、早大、明大、東京高等師範学校の4校の参加で、箱根駅伝の第1回大会が、「四大校駅伝競走」の名称で行われました。以後、途中戦争での中止をはさみながら、2024年、第100回大会を迎えました。前年シードを獲得した10校と予選会を勝ち抜いた10校が東京—箱根間、217.1kmを10区間で競う、学生長距離界最大の大会です。わが慶應義塾は第1回大会からの創業のメンバーであり、1932年第13回大会では見事に優勝しております。しかし、戦後の成績は下降をたどり、1994年、第70回大会の参加（19位）が最後となって、以後の参加が叶っておりません（出場30回）⁶⁾。

慶應箱根駅伝プロジェクト

そこで、義塾競走部は慶應箱根駅伝プロジェクトを立ち上げます。学生スポーツであるので、文武両道を基本としながら、慶應義塾は群雄割拠の時代に突入した箱根駅伝に挑戦者として挑むとしました。その戦略は、選手強化と選手支援および選手勧誘の3つを3本柱とします。まず、選手強化はSFC研究所にヘルス・ランニングデザイン・ラボを設立し、医学・生理学・ITを活用しながら、大学スポーツにおける駅伝競走の社会的意義からその強化方法までを学術的に研究をすすめています。また、選手支援は、オリンピックに帯同した優秀なトレーナーを専属として招き、選手のケア、指導をしてもらっており

ます。さらに、慶大スポーツ医学研究センターの真鍋知宏医師（循環器内科）、橋本健史医師（整形外科・足の外科）および国立成育医療センターの高木岳彦医師（整形外科・手外科）がチームドクターとなり、選手の健康面を支えています。そのほか、慶大スポーツ医学研究センターでは、定期的に血液検査、心電図検査などを行ってメディカルチェックを実施しています。選手勧誘では、慶應義塾の一貫教育校と連携しながら、優秀な新人選手の発掘を行っています。



ウェアラブルセンサーの開発

われわれは、このプロジェクトにバイオメカニクスの手法を用いたランニング障害予防の観点から貢献したいと考え、企業と共同して新しいメガネ型ウェアラブルセンサーを開発した^{7,13)}。本センサーは、メガネの弦に小型加速度計、角速度計を搭載しており、100Hz Bluetooth 通信によってスマートフォンやスマートウォッチにデータを即時に送信できる。本センサーをランニング中に使用することによって、内外側方向の加速度、冠状面の角速度から体幹の角度を推測することができると思われるとわれわれは報告した⁷⁾。

ウェアラブルセンサーによるランニング障害予防の試み

われわれは、本センサーを使用して慶應箱根駅伝プロジェクトに貢献する方法を考えた。本センサーを使用して、事前にその選手のフォームを記録しておいた。そして6週間の練習中にそのデータを大きく逸脱したデータを記録したとき、注意のvibrationを伝えて、フォーム矯正を指示したところ、ランニング障害を減少させることができた¹³⁾。ただ、この時点では、3軸加速度、3軸角速度のどのデータがより有効であるのかまでは、解析することできていなかった。

ランニング障害の原因となる動作を反映するウェアラブルセンサーのデータは何か

そこで、今回、本センサーのデータのうち、ランニング障害の原因となる動作—足関節外がえし、膝関節内旋、および股関節内転—を最も反映するものはどのデータなのかを究明する研究を行った（図1）。

ランニング初心者の男性14名を対象にして、動作解析実験を行った。本センサーを装着し、同時にマーカー貼付によるモーションキャプチャー解析（ProReflex, Qualisys Oqus 3 AB, Gothenburg, Sweden）を行い、10mの走行路を3.5m/secで走行させた。その結果、水平面角速度が膝関節最大内旋角と相関係数0.78（95% CI: 0.43-0.93, $p < 0.001$ ）と強い相関関係であった。また、冠状面角速度が股関節最大内転角と相関係数0.61（95% CI: 0.12-0.85, $p = 0.02$ ）と中等度の相関関係であった（図2）。

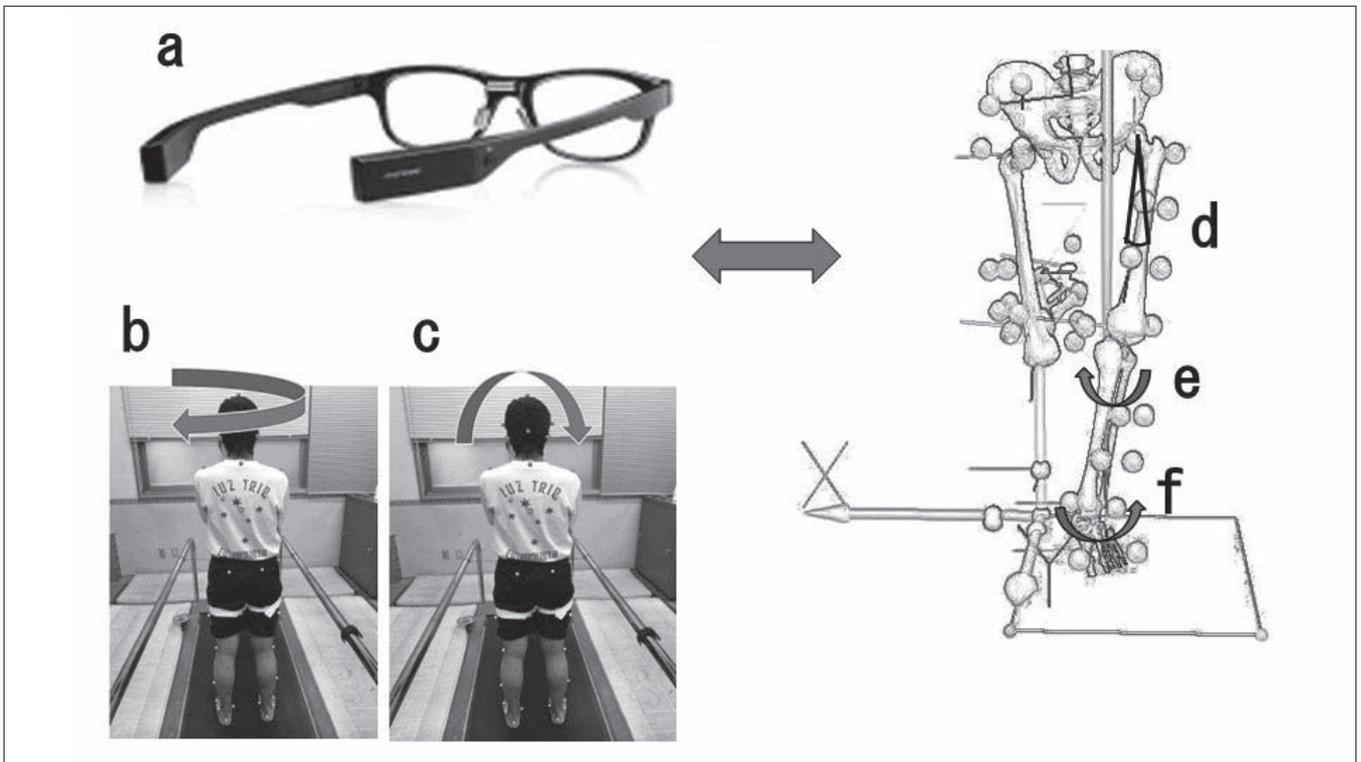


図1 ウェアラブルセンサーシステム（左）とモーションキャプチャーシステム（右）との同時計測を行った。
 a: 使用したメガネ型ウェアラブルセンサー。b: 水平面角速度を示す。c: 冠状面角速度を示す。d: 股関節内転角。e: 膝関節内旋角。f: 足関節外がえし角。

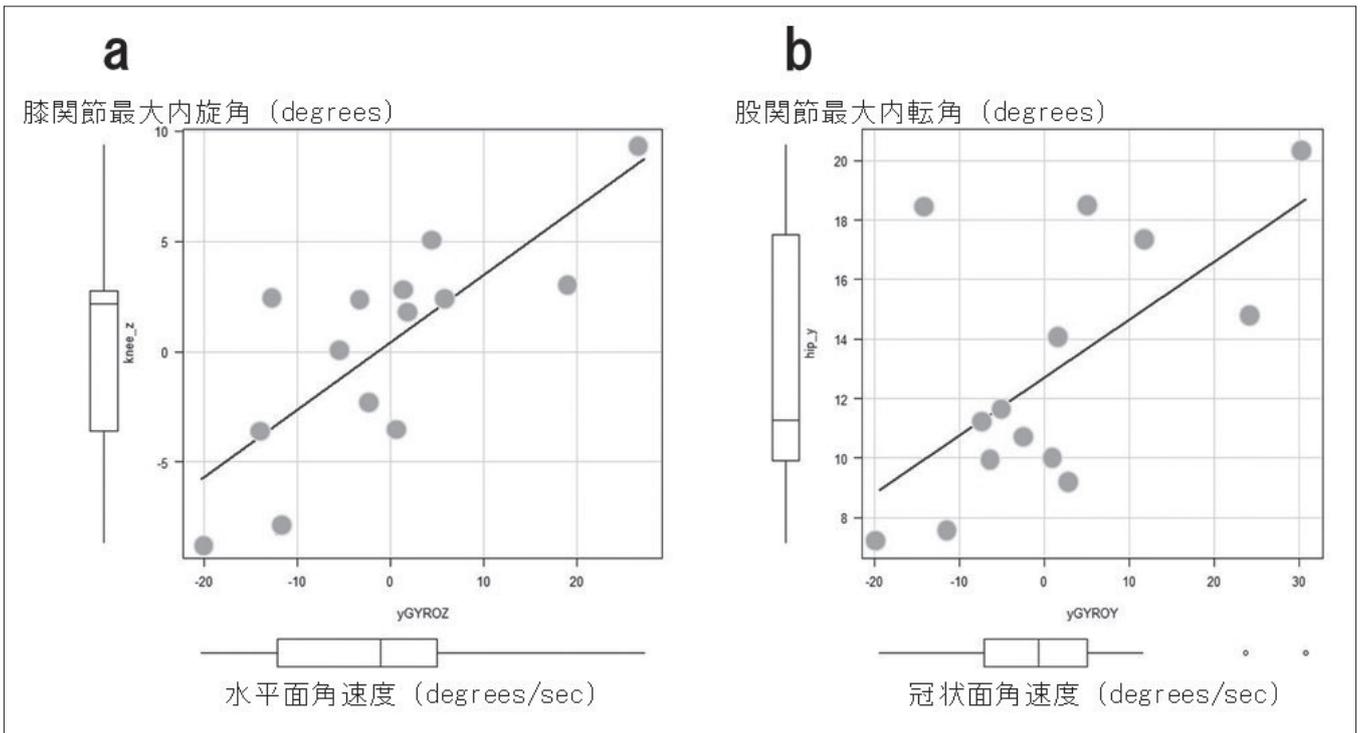


図2 a: 同じランニング位相における水平面角速度と膝関節最大内旋角の相関を示す。b: 同じランニング位相における冠状面角速度と股関節最大内転角の相関を示す。

今後の研究計画

ランナーに対して瞬時にそのフォームを矯正する real-time feedback の研究はわずかに Wood の報告があるのみであり、さらなる研究が必要である¹⁴⁾。今後、これらの結果をふまえて、どのくらいのカットオフ値にすればよいのか、フォーム矯正の指示は具体的に

どのようにしたらよいのかなどについて検討し、さらにランニング障害予防の試みを進めていく覚悟である。

謝辞

本研究を中心となって行ってくれた、慶大大学院健康マネジメント

研究科の伊藤美保子君、関谷若菜君に深謝いたします。ならびに、実験に協力していただきました慶大医学部整形外科バイオメカニクス研究室、西沢康平様に深謝いたします。

文献

- 1) 橋本健史、勝川史憲、石田浩之、小熊祐子、真鍋知宏：けがをしない身体をつくるために。KEIO SFC JOURNAL 14 (2)：76-84、2014。
- 2) 橋本健史：学校保健における健康課題 スポーツ傷害の実態と予防対策。小児科診療 79 (11)：1664-1672、2016。
- 3) 橋本健史：ウォーミングアッププログラムによる足部スポーツ障害予防の取り組み。慶應義塾大学スポーツ医学研究センター紀要 2015：9-11、2016。
- 4) 橋本健史：スポーツ傷害予防プログラムの現状と効果。体育の科学 69 (10)：736-740、2019。
- 5) 平田昂大、立石智彦、荻内隆司、植木博子、橋本健史：大学ラグビー部員に対する Jones 骨折検診の取り組み。日本足の外科学会雑誌 42 (1)：111-114、2021。
- 6) 東京箱根間往復駅伝競走公式サイト (<https://www.hakone-ekiden.jp>)
- 7) 木畑実麻、橋本健史、勝川史憲：加速度計を内蔵したメガネ型ウェアラブルセンサーとモーションキャプチャーによるデータとの相関性について—ランニングフォーム異常の早期発見にむけて—。日本臨床スポーツ医学会誌 26：423-429、2018。
- 8) 大谷俊郎、橋本健史：メガネ型ウェアラブルセンサーの開発と現場への応用。KEIO SFC JOURNAL 18 (2)：266-284、2018。
- 9) 橋本健史：特集・スポーツ障害評価・治療の新たな手法。加速度・角速度計内蔵ウェアラブル端末を用いた障害要因の検討。臨床スポーツ医学 36 (1)：32-37、2019。
- 10) 橋本健史：メガネ型ウェアラブルセンサーの開発と整形外科領域への応用。別冊整形外科 75：73-76、2019。
- 11) 橋本健史、大谷俊郎、勝川史憲、木畑実麻：メガネ型ウェアラブルセンサーを使用したランニングフォーム解析のためのアルゴリズム作成の試み。日本臨床スポーツ医学会誌 27 (3)：414-417、2019。
- 12) 橋本健史：ウェアラブル端末を用いた動作解析。臨床スポーツ医学 39 (7)：700-704、2022。
- 13) 橋本健史：AI・IoT とスポーツ医学 頭部ウェアラブルセンサーを利用したスポーツ外傷・障害予防。臨床スポーツ医学 39 (9)：988-991、2022。
- 14) Wood CM, Kristof K. Use of audio biofeedback to reduce tibial impact accelerations during running. J Biomech 47: 1739-1741, 2014.

慶應義塾大学予防医療センターにおける先制医療の試み

スポーツ医学研究センター・健康マネジメント研究科教授 石田浩之

はじめに

慶應義塾大学病院における予防医療（人間ドック）の歴史は古く、1970年に発足した慶應健康相談センターがその出発点である。その4年前には慶應がんセンターが発足しているが、生活習慣病（当時は成人病と呼ばれていた）、がん、両面から予防医学的視点で疾患を捉えるための施設が、すでにこの時期に病院の関連施設として設立されたことは当時としては先進的な試みであったと言える。それから半世紀以上が過ぎた2023年、虎ノ門麻布台の地に、慶應義塾大学予防医療センターが開院した。このセンターが目指す予防医療は、これまで（いわゆる）人間ドックに求められてきた、早期発見、早期治療にとどまらず、人生100年時代を見据え、全ての人が健やかで充実した毎日を送るための予防医療、具体的には健康寿命と生物学的寿命のギャップを極力縮めるための医療を目指すものである。高齢化するほど、健康格差が広がることはよく知られているが、これに伴い、健康寿命を延ばすための医療や介入の個別性も広がる。したがって、新しい予防医療センターでは各人との対話を軸に、一人ひとりの心身の健康状態や生活習慣、価値観に応じた個別対応を心がけるというコンセプトで運営されている。質の高い医療は医療者の技量もさることながら、検査機器の質に影響される場合が大きい。その点、本施設では最新のMRI、CTならびに画像機器を導入するだけでなく、医師、技師、看護師、予防医療コーディネーターら高い専門スキルを持つスタッフがしっかりと連携し、対応する仕組みを構築していることは、他の同様の施設との大きな差別化になると感じている。我々、スポーツ医学の専門家はすでに10年以上前から本センターにかかわり、運動器健診、およびその結果を踏まえての運動介入や運動指導を行ってきた。その背景には我が国の人口構成や疾病構造の変化、ならびにそれに関連して健診事業に求められる意義の変遷がある（表1）。

今日の健康診断に足りないもの

昭和24年（1949年）の明治生命の広告によれば、男女の平均寿命はいずれも50歳以下であった。もちろん、終戦（1945年）間もなくの時期なので、単純に現在と比較はできないが、その原因として、1) 乳幼児死亡率が高い 2) 青少年の結核による死亡が著しく多い 3) 老年の脳溢血がかなり多い

以上3点の特徴が挙げられている（図1）。一方、その後の国の高度成長とシンクロして、国民の生存曲線は大きく変わってきた（図2）。医療や公衆衛生環境の整備により、乳幼児死亡が激減するとともに経時的に平均寿命は伸びて、現在は男女共80歳を凌駕した。これは“一般的期待値としては日本人は80歳過ぎまでほとんど亡くなることはない”ことを意味する。しかし、最近では生物学的寿命と健康寿命のギャップが問題視されるようになり、このギャップを形成する大きな要因としてフレイル、サルコペニア等の運動器疾患があることは過去の本誌面ですでに報告した。さらに、運動器疾患とともに高齢者のQOLに大きな影響を与えるのが認知症である。これまで、認知症は加齢に伴う可逆性に乏しい疾患という理解が一般的であったが、つい最近、アルツハイマー型認知症治療薬のレカネマブが承認されたことで大きく潮目が変わり、症状出現前、すなわちプレクリニカル段階で診断することの重要性が目立つようになった。



表1 我が国の健診の現状

- ✓これまでの我が国の健診、予防医療は古くは結核をはじめとした感染症の制圧、その後は内科・代謝領域の疾患とそれに起因する動脈硬化性疾患ならびに癌の早期発見/治療を軸に展開されてきた
- ✓上記戦略は一定の成果を上げ、日本は世界トップクラスの長寿国となった
- ✓近年の人口の年齢構成（高齢者人口の増加）や対峙する疾病構造の変化（フレイル、サルコペニア等の運動器疾患）に対して、次なる戦略が求められている
- ✓運動器疾患は要介護や健康寿命と密接に関連するので、運動器疾患へのアプローチが今後の課題と考えられる

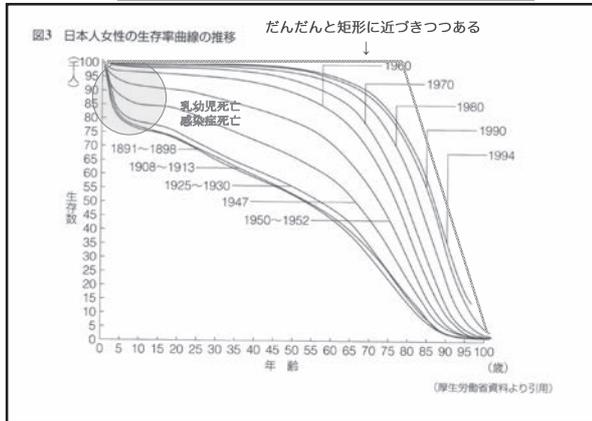
(図1) 日本人の寿命の推移



明治生命の広告
昭和24年(1949年)の
平均寿命は50才以下

慶應義塾大学予防医療センター高石教授より提供

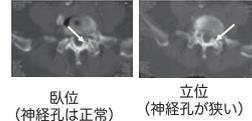
(図2) 日本人の生存率曲線の推移



(図3) 新しく導入した立位CT

- 日常生活の生理的な姿勢での3次元像が得られるので姿勢や筋肉量、荷重時の膝関節の回旋などの経時的変化を定量的に観察できる
- 立位のみで症状がある場合を診断できる可能性。

立位でのみ腰痛の起きる患者

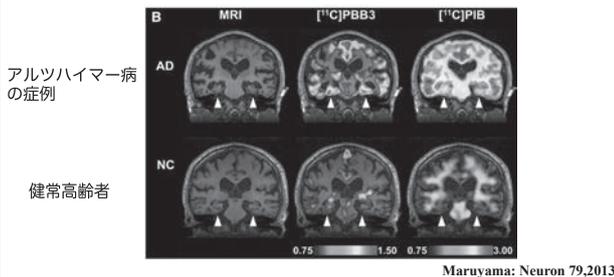


歩行や転倒予防に大切な大腿の筋肉の定量解析が可能

慶應義塾大学予防医療センター提供資料

(図4) 脳内異常蛋白のイメージング

- アミロイド、タウなどの異常たんぱくに結合するマーカーを使ったPositron Emission Tomography (PET)
- PiB, PBB3, THK薬剤などを標識物質としてPETを撮影し、脳内の局在を調べる



になるので、これまでの臥位検査では検出が難しかった、新たな所見を発見することができる。例えば、膝関節を支持する筋肉は複数あるが、これらのバランスが崩れることで膝関節に回旋が生じ、これが将来の変形性膝関節症の予測因子になることが報告されている (kaneda, 2022. doi:10.1186/s12891-022-05190-3)。

プレクリニカルな認知症の診断と治療の試み

アルツハイマー型認知症の詳細は成書に譲るが、病理学的には異常蛋白であるβアミロイドとタウの脳内蓄積を特徴とする疾患である。経時的には先にβアミロイドの蓄積が生じ、その後タウの蓄積が起きる。βアミロイドは神経細胞外に溜まるがこの段階ではまだ認知症症状は出現せず(プレクリニカル期)、その後、タウ蛋白が神経細胞内に蓄積するようになって、症状が発現する。治療薬レカネマブはアルツハイマー病の進行を遅らせることが臨床試験で確認されたが、これはプレクリニカルな時期、すなわちタウ蛋白の蓄積が起きない段階でないと効果が見られない。これまで認知症診断は症状を元に行われて来たので、症状出現前の段階、つまり、βアミロイドの蓄積が起き始めた段階での診断は想定されていなかった。新しい予防医療センターでは2つの技術的ブレイクスルーをもってこの難題の挑んでいる。1つは脳内にβアミロイドが蓄積すると血漿中に漏れ出てくる新しいバイオマーカーの検出、もう一つはアミロイドPETによる異常蛋白蓄積の脳内イメージング(可視化)である(図4)。この2つを組み合わせることでプレクリニカルなアルツハイマー型認知症を検出し、レカネマブを使った治療に繋げようという試みが始まろうとしている。

運動器健診の発展

既報においては我々が10年以上前から導入している運動器ドックの概要と実績を紹介したが、新しい予防医療センターでは予防医療メンバーシップ(会員)を対象とした立位CTによる下肢筋群の評価を導入した(図3)。従来のドックでもDEXA法(二重エネルギーX線吸収法)による体組成評価は行って来たが、新施設で導入した立位CTでは筋肉量の測定のみならず、より生理的な姿勢での検査が可能

解決すべき課題は多く、軌道にのるには少し時間がかかると思われるが、レカネマップの適応承認が“プレクリニカル”なアルツハイマー型認知症であることを考慮すると、対象者への丁寧な事前説明を前提としつつ、ドックという自費診療の環境でこそチャレンジする意義があると考えている。

おわりに

現在、平均寿命は80歳を超え、人生100歳時代と言われるようになって久しい。冒頭に紹介したように、昭和24年の日本人の平均寿命は

男女とも50歳以下であった。当時の人々は、平均寿命が60歳や70歳に延びる日が来ることを夢見たに違いない。しかし、長寿を達成した現在を見渡すと、そこは必ずしも桃源郷ではなかった。介護、寝たきり、孤独老人等々、社会はもしかしたら以前よりも多様な問題を抱えているのかもしれない。そこで、新生予防医療センターが掲げるコンセプトは“ウェルビーイング”。誰もが、それぞれの価値観の中で生涯にわたって健やかな人生を過ごすためのサポートを行うことを目指すことである。古典的な“早期発見・早期治療”の精度も上げつつ、その先に待ち受ける諸問題にもしっかりと対応できる仕組みづくりが用意されている。

健診・レセプト突合データの分析と今後の展望

スポーツ医学研究センター教授・所長 勝川史憲

筆者は、令和2年度・全国健康保険協会（協会けんぽ）「外部有識者を活用した委託研究」に採択され、協会けんぽの加入者約4,000万人分の匿名化された健診・レセプトデータ等の解析を進めてきた。2022年12月の教育研究公開シンポジウムでは成果の一部を紹介した（ニューズレター第42号）が、今回は令和4年度末の成果とりまとめと、その後の学会・論文発表を振り返り、健診・レセプトデータ分析の可能性について述べる。

メタボリックシンドロームのサブタイプ

2015年度に協会けんぽに在籍した加入者約1,700万人（18～64歳）のうち、高額医療費集団（上位10%、全医療費の6割を占める）を対象とし、この集団に出現頻度の高いICD10コードに基づく68病名を2値変数とし、潜在クラス分析で30の病態に類型化した。その結果、高血圧、脂質異常症、糖尿病の病名を高頻度に合併するメタボリックシンドロームに該当する病態が7クラス抽出された。この7クラスは、高額医療費集団において人数、医療費のいずれで約30%を占めていた。このうち高血圧、脂質異常症、糖尿病以外に高頻度の病名がない「simple triad」のクラスは年齢が5歳ほど若かったものの、他の6クラスに年齢差はなかった。今後、縦断的な検討を行う必要があるが、この結果はメタボリックシンドロームに複数のサブタイプが存在する可能性を示唆するかもしれない。この研究成果は、現在、東京医科歯科大学データ科学センターに在籍する西田がPLoS Oneに発表した（Nishida, PLoS ONE 2023; 18: e0291554）。また、協会けんぽの全国レベルのデータベースを用いた委託研究事業による最初の論文報告として、プレスリリースが出ている（<https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/files/2023/10/19/231019-1.pdf>）。

メタボフレイル

わが国の高齢者は低体重者が多く、肥満者が少ないため、低体重にともなうフレイル（frailty）が注目される現状にある。しかし、実際にはフレイルのリスクはBMIに対してU字型カーブを描き、欧米ではむしろ肥満に伴うフレイルのリスク増加の報告が多い。ICD10コードの組み合わせでフレイルを評価するHospital Frailty Risk Score（HFRS）を用い、2015～19年にかけて協会けんぽに在籍し、2015年の時点でHFRSが低スコアだった約370万人（35～69歳）を対象とし、2015年の健診データと2019年のフレイルのリスクの関連を検討した。その結果、2015年時点の低体重、肥満はともにフレイル進展のリスクとなること、2015年時点の空腹時血糖高値、男性では血

圧高値もフレイル進展のリスクとなること、さらに糖尿病男性では、2015～19年にかけての5～10%の体重減少がフレイルのリスクを低下させることが示された。この研究成果は、西田が論文化した（Nishida, Obes Sci Pract 2023; 10: e714）。



BMIの経時変化

上記と同時に、2015年度に健診を受診した加入者約730万人（35～69歳）を男女別、年齢5歳刻みで層別化し、2020年までの身長、体重、BMIの経時変化を線形混合効果モデルで解析した。その結果、BMIはすべての年齢層で増加しており、BMI増加には若年～中年では体重増加、高齢者では身長短縮が主に寄与していた。また、異なる世代を同じ年齢で比較する（2020年のBMIを、5歳年齢が上の集団の2015年のBMIと比較する）と、すべての年齢階級で若い世代のBMIが高く、今後日本人集団のBMIが増加すると推測された。したがって、今後は肥満フレイルへの対応の重要性が増すと予想される。この研究成果は、分析を担当した当センター研究員の植村が第44回日本肥満学会学術集会（2023年11月、仙台）で発表し、現在、論文投稿の準備を進めている。

慢性腎臓病（CKD）の進展予測

2016～20年度の健診を毎年受診した2型糖尿病患者で、腎機能に影響する糖尿病治療薬（SGLT-2阻害薬、GLP-1受容体作動薬）を服用していない約19万人を対象に、CKDの進展予測を行った。解析は植村が担当し、2016年度の健診データを用い、2016～20年のeGFR slope低下の予測因子をLasso回帰で検討した。その結果、空腹時血糖、ベースラインのeGFR値に加え、尿タンパク2+以上がeGFR slope低下に大きく寄与していた。尿タンパク2+以上の者は頻度が少なく、高リスク者の効率良いスクリーニングが可能である。協会けんぽでは、2次勧奨（1次勧奨のあと対象者数を絞って行う）の対象者の選定条件に本項目の実装を準備中とのことである。今後、論文化を進めるとともに、他の集団でも検証を行う予定である。

心血管病 (CAD) の発症予測

この解析は、医学部腎臓内分泌代謝内科研究室の上妻が行った。2015年度時点で心血管病の既往がなかった約305万人(35~64歳)を対象に、ICD10コード、処方、手技内容の組合せで2016~20年の新規発症CADを特定し、2015年の諸データを用いた種々の機械学習モデルでCAD発症を予測した。特徴量には、健診データ、年齢、性別、標準的な質問票(服薬、喫煙、食事・運動/身体活動習慣ほか)、医療レセプトから処方内容、医療手技、歯科治療、さらに特定保健指導記録や居住地の医療圏情報を投入した。その結果、特徴量として古典的な冠危険因子(健診データ)、標準的な質問票からは喫煙、服薬(高血圧、脂質異常症、糖尿病)などが採択され、精度の高いCAD予測が可能であった。しかし、処方内容、医療手技、医療圏情報、標準的な質問票の運動/身体活動習慣項目は採択されなかった。

身体活動が心血管病のリスク低下に関係するとする報告は多い。しかし、本検討の結果からは、今回の運動/身体活動の質問項目に限界がある可能性、健診で得られる冠危険因子データが、把握の難しい運動/身体活動習慣より予測精度が高い可能性が考えられた。マイナ保険証や健診システムと連携したスマホアプリが普及し、健診結果への

アクセスが容易になりつつある。今後、心血管病のリスク評価は、再度危険因子を重視する方向に変わるかもしれない。本成果も現在、論文投稿準備中である。

健診・レセプト実合データ分析の今後の展望

筆者は臨床医として、これまで健診データに含まれる生活習慣病に関連した検査項目に関心の中心に置いてきた。しかし、医療費レセプトデータ(病名、処方、手技)は、人為的因子に少なからず影響されるものの、きわめて情報量が多いことをあらためて認識させられた。健診データと実合させたきわめて大人数のデータベースを用いることにより、病態解明やリスク予測に関する分析が可能になることが今回、実感された。こうしたリアルワールドデータの分析からは、基礎・臨床分野の精度の高い検証を促す知見を得ることも可能と感じている。一方で、現状のデータは、食事や運動/身体活動について妥当性が検証された評価項目に欠けており、生活習慣修正による予防につながりにくい限界もある。今後も、こうした評価項目を加えながら、種々の疾患の予防を目指したい。



おもな活動報告

- 通年 体育会学生対象リコンディショニングチェック
体育会学生対象女子アスリートサポート
体育会学生対象こころの相談窓口
教職員対象運動教室(オンライン)
- 9月 教職員対象BLS講習(保健管理センター主催)
国民体育大会神奈川県代表選手メディカルチェック(5~9月)
医学部生見学実習(9~11月)
体育会アメリカンフットボール部体脂肪率測定
体育会蹴球部体脂肪率測定
体育会競走部血液検査
体育会柔道部体脂肪率測定
神奈川衛生学園実習講義(9、10月)
- 10月 冬季国民体育大会神奈川県代表選手メディカルチェック(10~1月)

- 11月 体育会蹴球部体脂肪率測定
体育会自転車競技部VO₂max、乳酸、体脂肪率測定
高校スキー部VO₂max、乳酸測定
- 12月 2023年度教育研究公開シンポジウム「スポーツ医学から予防医学への展望」
相撲新弟子心臓健診(両国)
体育会アメリカンフットボール部体脂肪率測定
体育会競走部血液検査
- 1月 外部競技選手メディカルチェック
- 2月 相撲力士一斉心電図検査(両国4日間)
体育会蹴球部血液検査
- 3月 体育会蹴球部体脂肪率測定
第4回KEIO SPORTS SDGsシンポジウム2024「2030年のその先へ、スポーツの新たな価値を考える。」

Newsletter No.44

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター ニュースレター 第44号

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター Sports Medicine Research Center, Keio University

発行日: 2024年3月29日

代表: 勝川史憲

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター TEL:045-566-1090 FAX:045-566-1067 <http://sports.hc.keio.ac.jp/>