３．指定研究

高齢者における温泉入浴と運動の習慣が循環器系および神経筋系へ及ぼす影響

渡邊　航平*
冨成祐介**　川上慎太朗***　竹田良祐*　廣野哲也*、****

抄録

加齢にともなう筋力低下に対する最も有用な対抗措置として筋力トレーニングが挙げられ、トレーニング強度を高めることは、その効果を最大限に得るためには不可避である。一方で、強度の高い運動は、循環器系疾患のリスクを高めることも知られている。湯や温泉への入浴は、その血管拡張作用などから循環器系に対して保護的に作用することが古くから知られている。本研究は、運動習慣や入浴習慣が高齢者の運動機能や循環器系機能へ及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。高齢男女 196 名（男性:68 名、女性：128 名）を対象とし、運動習慣および入浴習慣に関するアンケートを実施し、体力測定、形態測定、循環器系機能測定を行った。普段実施している筋力トレーニングの強度と膝関節伸展筋力との間に有意な正の相関関係が観察された（$r = 0.463$、$p < 0.05$）。また、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との間に正の相関傾向が観察された（$r = 0.303$、$p = 0.092$）。これに対し、入浴日数、入浴時間、入浴温度、温泉利用頻度といった入浴習慣の項目を用いた偏相関分析を行った結果、相関係数は増加し、有意な正の相関関係を認めた（$r = 0.410$、$p < 0.05$）。本研究の結果から、入浴習慣は、高齢者における筋力トレーニングの強度に依存した循環器系への負の影響を抑制する可能性が示された。

キーワード：高齢者，入浴習慣，運動習慣，筋力トレーニング，循環器系機能

＊　中京大学　スポーツ科学部
＊＊　株式会社長久手温泉
＊＊＊　株式会社シンセリティー
＊＊＊＊　京都大学大学院　医学研究科

１．はじめに

超高齢社会を迎えている我が国において、要介護や要支援となる高齢者を減少させることは重要な社会課題である。要介護状態となる原因はさまざまであるが、加齢にともなう筋力や運動機能の低下は、その主要因であり、万人が有するリスクと言える。筋力トレーニングは、加齢にともなって低下する筋力を改善させることができる限られた方法であり、厚生労働省が10年ぶりに改定した健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023においても、高齢者に必要な運動として挙げられている。特に近年ではトレーニング強度（運動負荷）を上げることが、その効果にとって重要であることが指摘されている(Borde et al. 2015)。一方で、高強度での筋力トレーニングのような強度が高い運動は、循環器系に対する負の影響が生じてしまう可能性は無視できない(Miyachi et al. 2004)。今後は、筋骨格系へのプラスの効果と循環器系へのマイナスの効果のバランスを維持する形での高強度での運動の実施が求められる。

湯や温泉への入浴は、その血管拡張作用などから、循環器系に保護的に作用することが古くから知られており(Echt et al. 1974)、高血圧症の改善や予防にとって有用な生活習慣の 1 つとされている（Kirsch et al. 1986)。しかしながら、どのような入浴習慣が効果的であるか、その運動習慣との併用効果は十分に科学的な検証が行われていない現状がある。また、各地に点在する大型入浴施設は高齢者にとって、憩いの場の 1 つとなっており、コミュニティ形成の拠点としての機能も担っている。入浴による循環器系疾患の予防効果が明らかとなれば、運動療法とのパッケージ化など、高齢者の健康づくりに資する新たなフィールドとしての可能性も提案できるかもしれない。

本研究では、高齢者において、運動習慣や入浴習慣が体力、形態、循環器系機能へ及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。特に、筋力トレーニングの実施強度と循環器系機能の関連と、それに対する入浴習慣が与える影響を詳細に検討した。また、6ヶ月間の運動習慣および入浴習慣が体力、形態、循環器系機能へ及ぼす影響について縦断的な検証も加えた。

２．方法

研究代表者が主宰するシニア向け健康教室・八事いきいきアカデミー（名古屋市）および保見いきいきアカデミー（豊田市）の会員、共同研究者の勤務先である長久手温泉ござらっせの利用者および長久手市在住の高齢男女計196名（男性:68名、女性：128名）を対象とし、運動習慣および入浴習慣に関するアンケートを実施し、体力測定、形態測定、循環器系機能測定を行った。そのうち、34名は6ヶ月後に同様の調査を実施した。

アンケート：質問紙法を用いて、運動習慣や入浴習慣などに関する調査を行った。

・運動習慣の実施有無と種類
・筋力トレーニングの実施有無
・筋力トレーニングの実施時間
・筋力トレーニングの実施頻度
・筋力トレーニングの名称・頻度
・筋力トレーニングの強度
・入浴習慣の有無

・入浴習慣の頻度
・シャワー浴の頻度
・入浴時間
・入浴時の湯温
・入浴時刻
・入浴時間と運動時間との関連
・温泉施設・銭湯の利用有無
・温泉施設・銭湯の利用頻度
・温泉施設・銭湯の利用時間
・身体活動量(国際標準化身体活動質問票)
・服用中の薬品

体力測定:運動機能を評価するため、以下の項目についての測定を実施した(Watanabe et al. 2020)。
・握力
・膝関節伸展筋力
・30 秒間椅子立ち上がりテスト
・歩行速度(10m)
・TUG テスト

形態測定:In Body 670 (InBody)(生体インピーダンス法)および MicrUS EXT-1H (TELEMED)(超音波画像法)を用いて、以下の項目についての測定を実施した(Yoshiko et al. 2021)。
・体重
・骨格筋量(生体インピーダンス法)
・体脂肪量(生体インピーダンス法)
・体水分量(生体インピーダンス法)
・大腿四頭筋筋厚(超音波画像法)
・大腿四頭筋筋輝度(超音波画像法)

循環器系機能測定:血圧脈波検査装置(OMRON 社製)を用いて、以下の項目についての測定を実施した。
・収縮時血圧
・拡張期血圧
・心拍数
・脈波伝播速度

分析:①運動習慣および入浴習慣によってグループ分けをし、形態、運動機能、循環器系機能を比較した(ANCOVA)。②筋力トレーニングの習慣(トレーニング強度)が運動機能および循環器系機能に及ぼす影響を確認し、入浴習慣が循環器系機能に与える影響を検討した(偏相関分析)。③2 回の測定を行った対象者については、6 か月前後での形態、運動機能、循環器系機能を比較した(Paired T-test)。

3. 結果

196 名の参加者の中で、運動習慣あり(温泉浴および入浴習慣なし)が 9 名、運動習慣ありかつ温泉浴習慣ありが 31 名、温泉浴習慣あり(運動習慣なし)が 6 名、運動習慣ありかつ入浴習慣ありが 127 名、入浴習慣あり(運動習慣なし)が 23 名であった(表 1)。形態測定の結果にグループの影響は見られなかった($p > 0.05$)。循環器系機能測定については、全ての項目にグループの影響は見られなかった($p > 0.05$)が、脈波伝搬速度では有意なグループの影響が見られる傾向が示された($p = 0.072$)。体力測定については、TUG テストにおいて、グループの影響が有意に観察され($p < 0.05$)、温泉浴および運動習慣ありと入浴習慣あり(運動習慣なし)が有意に高い値を示した。その他の体力測定の項目に、グループの影響は見られなかった($p > 0.05$)。

全参加者のうち、筋力トレーニングの習慣がある者は 52 名であった。筋力トレーニングの強度に関するアンケートでは、25 回以上を容易に連続で繰り返すことが

できる「低強度」、15-25 回ほど連続で繰り返すことができる「中強度」、10〜12 回もしくはそれ以下の回数を連続でぎりぎり行うことができる「高強度」の各強度で筋力トレーニングを実施していた。筋力トレーニングの習慣があり、降圧剤を使用していない者 30 名（膝関節伸展筋力の測定が行えなかった 2 名を除外）を対象とした分析において、普段実施している筋力トレーニングの強度と膝関節伸展筋力との間に有意な正の相関関係が観察された（相関係数：r = 0.463、p < 0.05）（図 1)。また、筋力トレーニングの習慣があり、降圧剤を使用していない者 32 名を対象とした分析において、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との間に正の相関傾向が観察された（相関係数：r = 0.303、p = 0.092）（図 2)。これに対し、入浴および温泉浴習慣の項目を用いた偏相関分析を行った結果、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との間の相関係数が、入浴日数を加えることで 0.331 に、入浴時間を加えることで 0.311 に、入浴温度を加えることで 0.307 に、温泉利用頻度を加えることで 0.316 に、それぞれ増加した。また、これらの項目を全て加えた結果、相関係数は 0.410 と大きく増加し、有意な正の相関関係を認めた（p < 0.05)。さらに、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧の関係において、温泉浴習慣がある者を除外し、入浴習慣を有する者のみで検討すると、有意な正の相関関係が観察された（相関係数：0.420、p < 0.05)。

6 か月後に同様の測定を行った者に対し、前後の比較を行った結果（表 2)、入浴習慣および運動習慣ありと入浴習慣あり（運動習慣なし）において、骨格筋量の有意な低下、体脂肪量の有意な増加、膝関節伸展筋力の有意な低下が観察された（p < 0.05)。また、入浴習慣および運動習慣ありにおいて、収縮期血圧および拡張期血圧の有意な増加が観察された（p < 0.05)。運動習慣ありおよび入浴習慣および運動習慣ありにおいて、筋輝度の有意な低下が観察された（p < 0.05)。

４．考察

本研究は高齢者を対象とし、運動習慣および入浴習慣が運動機能や循環器系機能に及ぼす影響を比較的大きな集団を対象に検討した。運動機能に関しては、TUG テストにおいて、運動習慣および入浴習慣の影響が観察され、運動習慣ありの群が最も速い値を示すとともに、入浴習慣および運動習慣ありの群でも速い値を示した。一方、入浴習慣あり（運動習慣なし）では最も遅い値を示していた。これらの結果は、運動習慣の有無が運動機能に影響を与えるという一般的な認識に則したものであり、妥当な結果であったと言える。運動機能に関しては複数の項目を評価したものの、TUG テストでのみ、運動習慣との関連が見い出された。他の測定項目と比べ、TUG テストは最も複合的な運動機能が反映される種目であると考えられ、いわゆる筋力などの単純な機能テストでは本研究で検討した項目の影響を抽出し難い可能性が示された。

血管の硬さを反映するとされる脈波伝播速度において、運動習慣および入浴習

慣の影響が見られる傾向が示された（p = 0.072）。入浴習慣あり（運動習慣なし）の群では、最も高い値（1943±445cm/sec）が示され、このことは血管が硬くなっていることを示唆する。温泉入浴習慣あり（運動習慣なし）の群でも高い値（1898±325 cm/sec）が示されたことから、入浴習慣や温泉浴習慣があったとしても、運動習慣がない場合は、循環器系機能が低下していることが示唆された。この結果は、高血圧といった循環器系疾患のリスク低減に関するガイドライン（Whelton et al., 2017)を支持するものであり、運動習慣が循環器系機能に対して重要な役割を有することを示唆している。一方、運動習慣あり（入浴習慣なし）の群でも、比較的高い値（1846±396 cm/sec）を示したことは注目すべき結果である。運動習慣の中でも、いわゆる有酸素運動は循環器系機能に保護的な作用を示す一方で、筋力トレーニングなどの運動強度が高い運動は、負の影響を示すことも指摘されている(Miyachi et al., 2004)。今回の対象者の中で運動習慣あり（入浴習慣なし）の群には、筋力トレーニング実施者が 2 名含まれており、このことが循環器系機能への負の影響を生じさせていた可能性は否定できない。これらに対して、運動習慣ありおよび温泉浴習慣ありと運動習慣ありおよび入浴習慣ありの群では、それぞれ脈波伝播速度が低い（1785 ± 327 cm/sec と 1740±353 cm/sec）傾向が見られた。このことは、運動習慣単体ではなく、運動習慣と入浴習慣の組み合わせが循環器系機能の保護にとっては有用である可能性を示唆している。湯や温泉への入浴は、その血管拡張作用などから循環器系に保護的に作用するとされ(Echt et al., 1974)、運動習慣との適切な併用は、運動によって引き起こされる循環器系機能に対する負の影響を相殺する作用を有しているかもしれない。

上述した通り、運動の種類によっては循環器系機能が負の適応を示すことが指摘されてきた。特に、強度の高い筋力トレーニングの習慣的な実施は高血圧を誘発することが知られている(Miyachi et al., 2004)。一方、強度の高い運動は加齢にともなう筋力の低下に対しては非常に強い効果を有する(Borde et al., 2015)。本研究においても、普段実施している筋力トレーニングの強度と膝関節伸展筋力との間に有意な正の相関関係が観察されている（相関係数：r = 0.463、p < 0.05）（図 1)。この結果は、トレーニング強度が、高齢者における筋力の維持や向上に重要な要素であることを示唆する結果である。厚生労働省・健康づくりのための身体活動・運動ガイド 2023 においても、年齢にかかわらず、筋力トレーニングは最大挙上重量の 60〜80%で 8〜12 回を繰り返すといった比較的高い運動強度が示されている。より効果的な運動トレーニングを提案する上で、高齢者に対しても若齢者と同様に高強度での筋力トレーニングを推奨する必要がある(Borde et al., 2015)。しかしながら、強度の高い運動の循環器系機能への負の影響は無視出来ず、本研究においても、その傾向が見られた。普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との間に正の相関傾向が観察された（相関係数：r = 0.303、p =

0.092）（図 2）。また、温泉浴習慣がある者を除外し、入浴習慣を有する者のみで検討すると、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との間に有意な正の相関関係が観察された（相関係数：0.420、$p < 0.05$）。これらの結果は、筋力トレーニングの実施強度が高いほど、循環器系機能が低下している（血管が硬い）ことを示す結果である。このような結果は、仮説としては十分に成立すると考えていたが、実際のデータとして示すことができたことは、非常に価値があり新規性の高いデータと言える。本研究の大きな特徴は、このデータを基に、入浴習慣の影響を検討した点である。普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との相関分析に、入浴日数、入浴時間、入浴温度、温泉利用頻度を変数とした偏相関分析を実施することで、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との関係に対する、入浴習慣の影響を明らかにすることを試みた。これらの要因を偏相関分析へ追加することで、相関係数は増加した。このことは、入浴習慣を考慮する（要因として排除する）ことで普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との相関関係が強くなることを意味しており、入浴習慣に関する各項目が、普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との相関関係を相殺する効果を有することを意味している。例えば、筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との相関係数は 0.303（$p = 0.092$）であったが、入浴日数の要因を加えて偏相関分析を行うことで相関係数は 0.331 に増加した。このことは、入浴日数の個人差が筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との関係を阻害していたことを示しており、入浴日数が多いほど、筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との関係が弱くなる、と解釈することができる。本研究で、この分析に用いた項目の中（入浴日数、入浴時間、入浴温度、温泉利用頻度）では、入浴日数が最も大きく相関係数を増加させた。したがって、入浴回数が、筋力トレーニングの強度に依存した循環器系機能の低下に対して、その影響を減弱させる最も重要な要因であったことが明らかになった。また、これらすべての項目を考慮した場合は、筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との関係が有意な相関関係を示すこととなった。つまり、入浴日数、入浴時間、入浴温度、温泉利用頻度を適切に統制すれば、高強度の運動実施に伴う循環器系機能の低下を予防できる可能性を示している。日々の入浴習慣を推奨することで、運動によってもたらされる負の側面を最小化できる可能性が示された。

本研究は一部の参加者を温泉施設で募ることで一定数の温泉施設利用者を確保し、通常の入浴だけではなく、温泉特有の効果も検証することを試みた。筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との関係について、温泉浴習慣がある者を除外し、入浴習慣を有する者のみで検討すると、有意傾向で留まっていた両者の関係に有意な正の相関関係が生じた（相関係数：0.420、$p < 0.05$）。このことは、温泉入浴の習慣が強度の高い筋力トレーニング実施による循環器系機能への負の影響を抑制することを間接的に示す結果である。

当該施設では高濃度炭酸泉を提供しており、この特殊な温泉利用が、上述した現象を引き起こした 1 つの誘因であると考察した。高濃度炭酸泉は、その水温に関係なく、毛細血管の拡張作用を有しており、血流改善に有用であることから、循環器系疾患の予防への応用が期待されている(Pagourelias et al., 2011)。このような生理作用が強度の高い筋力トレーニング実施による循環器系機能への負の影響を抑制することに繋がったと考えられる。

本研究では運動習慣や入浴習慣が運動機能や循環器系機能へ及ぼす影響を縦断的に検討することも試みた。一部の群では、筋肉量や筋力の低下および収縮期血圧と拡張期血圧の有意な増加が観察された。これらの結果は、たとえ 6 か月後といった期間であっても、加齢にともなう運動機能や循環器系機能の低下が観察されることを示唆している。一方で、運動習慣を有していた群においては、筋輝度が低下するという、通常の加齢による影響とは逆行する結果が観察された。筋輝度は高いほど、筋内の脂質や結合組織といった非収縮組織が多いことを意味している（Yoshiko et al., 2021)。したがって、加齢にともなって筋輝度は高い値を示すようになるが、運動習慣ありおよび入浴習慣および運動習慣ありにおいて、筋輝度が有意に低下していた(表 2)。このことは、限られた期間であっても、筋の質的な要素は運動習慣によって改善させることができることを示唆しているが、入浴習慣の影響は見られなかった。本研究では、縦断的な研究に関して、サンプル数が予想以上に集まらず、各グループの人数が十分に確保できなかった。このことは本研究の限界であり、今後の課題として挙げられる。

５．結論

高齢者 196 名を対象として運動習慣および入浴習慣が、運動機能や循環器系機能へ及ぼす影響を検討した。運動習慣は循環器系機能に対して、保護的に作用する可能性が示されたが、筋力トレーニングの実施およびその強度が、その効果を制限している可能性が示された。普段実施している筋力トレーニングの強度が高いほど、最大筋力が高く、循環器系機能が低下している傾向が観察された。筋力トレーニングの強度と循環器系機能との関係は、入浴習慣、特に 1 週間あたりの入浴回数によって軽減されることが示された。さらに、温泉入浴の習慣は筋力トレーニングの強度による循環器系機能への負の影響を抑制する可能性が明らかになった。加齢にともなう筋力低下に対して、強度の高い筋力トレーニングは非常に有用な手段であるが、循環器系機能に対する負の影響も考慮されるべきである。入浴習慣や温泉浴習慣は、この強度の高い筋力トレーニングによる循環器系への負の影響を抑制する効果があるかもしれない。

なお、本研究では参加者の方々への個人結果のフィードバックと研究成果全体の説明を令和 6 年 3 月に長久手市にて実施した（図 3)。

引用文献

Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-Response Relationships of

Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. 45(12):1693-720. Sports Med, 2015
Miyachi M, Kawano H, Sugawara J, Takahashi K, Hayashi K, Yamazaki K, Tabata I, Tanaka H. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: a randomized intervention study. 110 (18): 2858-63. Circulation, 2004
健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023. 厚生労働省
Echt M, Lange L & Gauer HO. Changes of peripheral venous tone and central transmural venous pressure during immersion in a thermo-neutral bath. 352: 211-217. Flügers Archiv: European Journal of Physiology, 1974
Kirsch KA, Röcker L, von Ameln H, Hrynyschyn K. The cardiac filling pressure following exercise and thermal stress. 59(3):257-65 Yale J Biol Med, 1986
Watanabe K, Holobar A, Mita Y, Tomita A, Yoshiko A, Kouzaki M, Uchida K, Moritan T. Modulation of Neural and Muscular Adaptation Processes During Resistance Training by Fish Protein Ingestions in Older Adults. 75 (5): 867-874. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2020
Yoshiko A, Beppu M, Chosa N, Watanabe K. Unique Characteristics of Quadriceps Muscle Morphology and Function in Older Tennis Players. 30 (4): 697-704. J Aging Phys Act, 2021
Whelton et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. 71(6):1269-1324, Hypertension, 2017
Pagourelias ED, Zorou PG, Tsaligopoulos M, Athyros VG, Karagiannis A & Efthimiadis GK. 55: 657-663, Int J Biometeorol, 2011

本研究は、令和５年度健康・体力づくり事業財団の助成金を受けて実施しました。関係者の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

表 1. 各生活習慣における身体特性、運動機能および循環機能

	運動習慣あり	温泉浴，運動習慣あり	温泉浴習慣あり	入浴習慣，運動習慣あり	入浴習慣あり	One-way ANCOVA	効果量（偏 η2 乗）
人数，n	9	31	6	127	23		
女性 / 男性	7 / 2	18 / 13	1 / 5	85 / 42	17 / 6	-	-
年齢，yr†	72.5 (2.9)	74.7 (5.3)	77.0 (6.0)	73.7 (6.0)	73.6 (5.9)	.546	.016
身長，cm	155.3 (5.9)	157.4 (10.0)	159.7 (2.2)	157.3 (8.0)	155.7 (7.6)	.731	.011
体重，kg	53.7 (4.1)	55.4 (10.4)	58.0 (5.6)	55.8 (9.8)	53.7 (8.8)	.783	.009
BMI，kg/m^2	22.3 (2.4)	22.2 (2.9)	22.7 (1.8)	22.6 (3.4)	22.1 (2.8)	.934	.004
骨格筋量，kg	20.0 (2.8)	22.2 (5.2)	24.2 (2.5)	21.7 (4.6)	20.4 (4.5)	.406	.021
体脂肪量，kg	16.4 (4.3)	14.2 (5.2)	13.5 (4.3)	15.8 (5.7)	15.6 (5.1)	.753	.010
体水分量，kg	27.5 (3.5)	30.3 (6.3)	33.0 (3.2)	29.6 (5.6)	28.0 (5.4)	.410	.021
収縮期血圧（降圧剤未使用者），mmHg	129 (17) [n=7]	130 (21) [n=23]	134 (20) [n=4]	128 (20) [n=81]	137 (17) [n=15]	.491	.027
拡張期血圧（降圧剤未使用者），mmHg	80 (9) [n=7]	77 (10) [n=23]	78 (5) [n=4]	76 (12) [n=81]	81 (13) [n=15]	.388	.033
収縮期血圧（降圧剤使用者），mmHg	142 (19) [n=2]	126 (11) [n=8]	143 (18) [n=2]	135 (19) [n=46]	139 (20) [n=8]	.514	.053
収縮期血圧（降圧剤未使用者），mmHg	77 (7) [n=2]	75 (7) [n=8]	77 (2) [n=2]	78 (12) [n=46]	86 (18) [n=8]	.383	.067
心拍数，ppm	71 (9)	70 (8)	72 (8)	70 (11)	74 (16)	.498	.018
脈波伝播速度（baPWV），cm/sec	1846 (396)	1785 (327)	1898 (325)	1740 (353)	1943 (445)	***.072***	***.044***
膝伸展筋力，Nm	106 (16)	114 (36)	137 (52)	116 (40)	110 (46)	.912	.005
握力，kg	29 (8)	31 (10)	32 (10)	30 (8)	27 (8)	.106	.040
30 秒立座り，回	20 (3)	18 (5)	18 (4)	20 (6)	20 (7)	.849	.007
歩行速度，m/秒	1.38 (.16)	1.40 (.24)	1.47 (.22)	1.44 (.21)	1.33 (.17)	.239	.032
TUG テスト，秒	5.8 (1.1)	7.3 (1.5)*	6.7 (1.6)	6.8 (1.2)	7.4 (1.4)*	***.018***	***.068***
筋厚，cm	3.6 (.7)	3.8 (.8)	4.0 (.7)	3.9 (.7)	3.6 (.7)	.300	.025
筋輝度，a.u.	55 (6)	58 (11)	50 (9)	57 (11)	56 (12)	.656	.013

平均値（標準偏差）．† One-way ANOVA．共変量：年齢，性別．共変量：年齢，性別．* p<.05 vs 運動習慣あり．

*効果量（偏 η2 乗）．0.04-0.23，効果量小．0.23-0.42，効果量中．>0.42，効果量大

Bakeman (2005) Recommended effect size statistics for repeated measures designs Behavior research methods 37(3): 379-384.

表 2. 介入前後の身体特性、運動機能および循環機能

	運動習慣あり		温泉浴，運動習慣あり		温泉浴習慣あり	入浴習慣，運動習慣あり		入浴習慣あり	
人数，n	4		1		0	21		8	
女性 / 男性	3 / 1		1 / 0		−	15 / 6		7 / 1	
介入	前	後	前	後	−	前	後	前	後
年齢，yr	74.3 (1.5)	74.5 (1.9)	71.0	72.0	−	73.0 (6.7)	73.4 (6.6)＊	72.5 (5.6)	72.5 (5.6)
身長，cm	156.7 (8.1)	156.4 (7.7)	151.0	150.6	−	157.7 (7.7)	157.1 (8.0)＊	154.4 (5.1)	154.2 (5.3)
体重，kg	55.5 (4.0)	54.7 (3.9)	45.5	45.4	−	53.8 (9.3)	53.6 (9.3)	53.2 (9.0)	53.3 (8.9)
BMI，kg/m^2	22.8 (3.2)	22.5 (2.9)	20.0	20.0	−	21.5 (2.4)	21.6 (2.3)	22.2 (3.1)	22.3 (3.0)
骨格筋量，kg	20.5 (2.6)	19.7 (2.6)＊	19.0	18.3	−	21.6 (4.7)	21.2 (4.6)＊	19.5 (2.8)	18.9 (2.9)＊
体脂肪量，kg	17.2 (5.3)	17.6 (4.6)	9.6	10.9	−	13.6 (4.5)	14.3 (4.4)＊	16.5 (5.7)	17.6 (5.7)＊
体水分量，kg	28.3 (3.2)	27.3 (3.2)＊	26.3	25.3	−	29.7 (5.8)	29.0 (5.6)＊	27.0 (3.4)	26.3 (3.5)＊
収縮期血圧（降圧剤未使用者），mmHg	130 (24) [n=3]	139 (21) [n=3]	103 [n=1]	113 [n=1]	−	126 (20) [n=14]	136 (23)＊ [n=14]	123 (24) [n=3]	116 (10) [n=3]
拡張期血圧（降圧剤未使用者），mmHg	73 (10) [n=3]	82 (3) [n=3]	61 [n=1]	67 [n=1]	−	78 (13) [n=14]	81 (10) [n=14]	71 (14) [n=3]	69 (2) [n=3]
収縮期血圧（降圧剤使用者），mmHg	−	−	−	−	−	126 (14) [n=7]	142 (13)＊ [n=7]	130 (16) [n=5]	146 (17) [n=5]
収縮期血圧（降圧剤未使用者），mmHg	−	−	−	−	−	71 (11) [n=7]	78 (10)＊ [n=7]	81 (12) [n=5]	91 (20) [n=5]
心拍数，ppm	67 (14)	71 (11)	84	77	−	75 (11)	71 (10)＊	76 (11)	85 (16)＊
脈波伝播速度（baPWV），cm/sec	1849 (367)	1857 (331)	1740	1891	−	1735 (117)	1823 (97)＊	1822 (395)	1861 (333)
膝伸展筋力，Nm	103 (17)	97 (20)	103	97	−	117 (44)	97 (41)＊	106 (23)	97 (23)＊
握力，kg	28 (8)	28 (8)	27	26	−	29 (8)	30 (9)＊	24 (6)	25 (5)
30 秒立座り，回	19 (5)	19 (3)	25	24	−	22 (4)	23 (6)	18 (4)	20 (3)＊
歩行速度，m/秒	1.43 (.05)	1.35 (.13)	1.90	1.90	−	2.65 (2.05)	2.48 (1.85)	1.49 (.16)	1.49 (.15)
TUG テスト，秒	6.3 (.8)	6.2 (.5)	5.1	5.1	−	6.1 (.7)	6.0 (1.0)	6.6 (1.0)	6.8 (1.1)
筋厚，cm	4.2 (.8)	3.4 (.3)	3.6	2.5	−	3.7 (.6)	3.6 (.6)	3.8 (1.2)	3.6 (1.0)
筋輝度，a.u.	60 (7)	52 (8)＊	62	56	−	58 (13)	53 (12)＊	61 (14)	55 (9)

平均値（標準偏差）．対応のある t 検定，＊ p<.05 vs 介入前．

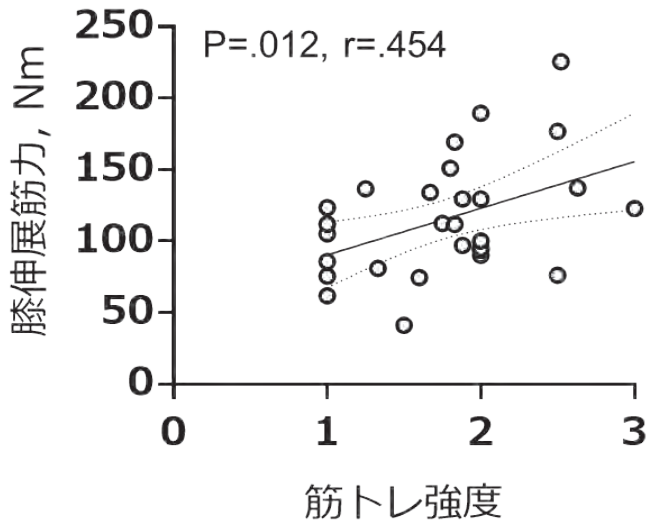


図 1　普段実施している筋力トレーニングの強度と膝関節伸展筋力との関係（n=30）

筋トレ強度：1 ＝25 回以上を容易に連続で繰り返すことができる「低強度」、2＝15-25 回ほど連続で繰り返すことができる「中強度」、3＝10～12 回もしくはそれ以下の回数を連続でぎりぎり行うことができる「高強度」

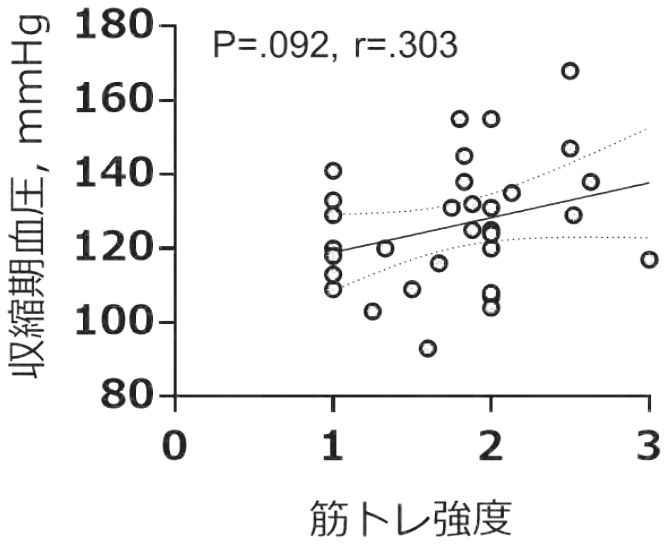


図 2　普段実施している筋力トレーニングの強度と収縮期血圧との関係（n=32）

筋トレ強度：1 ＝25 回以上を容易に連続で繰り返すことができる「低強度」、2＝15-25 回ほど連続で繰り返すことができる「中強度」、3＝10～12 回もしくはそれ以下の回数を連続でぎりぎり行うことができる「高強度」



図 3　成果報告会の様子（2024 年 3 月 14 日長久手市福祉の家にて）