

令和元年6月19日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01711

研究課題名(和文) 短時間の階段昇降運動の血糖コントロール改善効果に関する検討

研究課題名(英文) Improving effects of stair climbing-descending exercise for a short period on blood glucose control

研究代表者

林 達也 (Hayashi, Tatsuya)

京都大学・人間・環境学研究所・教授

研究者番号：00314211

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：2型糖尿病患者を対象として、短時間の階段昇降運動による血糖コントロール改善効果を検討した。食後90分に行う8～10分間、及び食後60分と120分に行う3分間の階段昇降運動は食後高血糖を急性的に緩和した。階段昇降運動と自転車運動を同じ心拍数で行ったところ前者でより急性的な血糖降下が得られた。さらに自宅内で毎食60分後と120分後に3分間の階段昇降運動を2セットずつ行うことで24時間にわたる血糖コントロールが改善するとともに、この運動を2週間継続することで血糖コントロール指標(血中1,5-アンヒドログルシトール)が改善した。以上より、階段昇降運動の2型糖尿病治療における臨床的有用性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2型糖尿病患者の運動処方においては、一般に安全性が重視され、ゆっくりしたジョギングや速歩行などの中強度運動が推奨される。一方、2型糖尿病患者の中には、より効果の高い高強度運動を行うことが可能な患者も多数存在する。本研究は、家庭やオフィス内で日常的に実施可能な高強度運動として、1階分の階段を繰り返し往復する階段昇降運動に着目し、1回あたり3～10分間という短時間の実施によって、食後高血糖や24時間血糖値、及び長期的な血糖コントロールが改善する可能性を示すとともに、同程度の運動強度の自転車運動よりも効果的に血糖降下が得られる可能性を示した、臨床的意義の高いものである。

研究成果の概要(英文)：We investigated the improving effect of stair climbing-descending exercise (ST-EX) on blood glucose (BG) control in people with type 2 diabetes mellitus. A single bout of 8-10 min ST-EX performed 90 min after a meal, and a single bout of 3 min ST-EX repeated 60 and 120 min after a meal hastened the decrease in postprandial BG levels. Compared with bicycle exercise at the same heart rate, ST-EX more rapidly decreased postprandial BG levels. In addition, 2 sets of 3 min ST-EX repeated 60 and 120 min after each meal ameliorated 24 h BG excursions, and daily postmeal ST-EX sessions for 2 weeks improved overall glycaemic control, as indicated by the blood 1,5-anhydroglucitol level. These results suggest that ST-EX is a clinically useful method for the treatment of type 2 diabetes mellitus.

研究分野：健康・スポーツ科学

キーワード：糖尿病 運動療法 食後高血糖 階段昇降 高強度運動 骨格筋 糖代謝 運動処方

1. 研究開始当初の背景

2 型糖尿病患者の運動療法として、一般には中強度の有酸素運動が推奨される。たとえば、日本糖尿病学会は、**50% VO₂max** 程度の運動（ジョギングやウォーキングなど）を **1 回 15～30 分、1 日 2 回** 実施するよう推奨している（日本糖尿病学会編「糖尿病治療ガイド 2014-2015」文光堂、2014）。しかし、近年、運動強度を高強度レベル（> **60% VO₂max**）に増強することも推奨されるようになった。American College of Sports Medicine (ACSM) と American Diabetes Association (ADA) から発表された 2 型糖尿病の運動療法に関する **joint position statement** では、「**Aerobic exercise should be at least at moderate intensity, corresponding approximately to 40%-60% of VO₂max.**」と運動強度の下限を中強度に置くべきこと、そして > **60% VO₂max** の高強度運動の導入によって、さらなる血糖降下作用が期待できることが述べられている（Colberg ER et al. *Diabetes Care*.33:2692,2010）。

運動時に収縮する骨格筋（活動筋）では、運動強度に相関して、血液中からの糖取り込みが促進される。糖取り込み速度は、運動開始から **10 分以内** にほぼ最大に達することから（Wahren J et al. *J Clin Invest* 50:2715,1971.）高強度運動を適切に取り入れることによって、短時間の運動プログラムであっても、急性的な血糖降下作用が期待される。

研究代表者らは、「階段昇降運動」を、高強度運動を容易に実現できる手段として検討してきた（Takaishi T et al. *J Phys Fitness Sports Med.* 3:173, 2014; Takaishi T et al. *Appl Physiol Nutr Metab.* 37:193, 2012.）。研究代表者らが用いている階段昇降運動とは、階段を 1 階から 2 階まで上がり、再び 1 階まで下りてくることを繰り返す運動である。昇降の繰り返し回数や昇降スピードを増減することで、各人の体力に応じた運動強度や運動量の調節が可能である。また、「いつでも、どこでも、ひとりでもできる」運動であり、家庭や職場、外出先、出張先等で、階段さえあれば思い立った時にいつでも行うことが可能である。しかし、本研究開始の時点では、どのような階段昇降運動を行うと効果的に血糖降下作用が得られるのか、また、階段昇降運動が他の運動と比較してどのような利点があるのかは十分に明らかになっていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1) 階段昇降運動によって、効果的に血糖降下が得られるプロトコールを明らかにするとともに、(2) 階段昇降運動の運動種目としての優位性を、他の運動種目と比較することによって検証することである。

3. 研究の方法

研究成果に記載した (1)(2)(3)(5) の研究は、公立豊岡病院組合立豊岡病院日高医療センターにおいて本田寛人（当時は日高医療センター所属、現在は藍野大学所属）を研究協力者として、また (4) の研究は、名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科において高石鉄雄（名古屋市立大学所属）を研究協力者として、それぞれ豊岡病院及び名古屋市立大学の倫理審査委員会の承認を受けて実施した。その他の研究は、豊岡病院、名古屋市立大学、または京都大学の倫理審査委員会の承認を受けて実施した。

4. 研究成果

(1) 短時間 (8～10 分間) の階段昇降運動を行うことで食後血糖値は急性的に低下する（雑誌論文 4）(数値データは平均±標準誤差を示す)

最初に、短時間の階段昇降運動が食後血糖値を急性的に低下させることを検証した。運動禁忌がなく、経口血糖降下剤服用中の 2 型糖尿病患者 **10 名** (年齢 **64.9 ± 2.0 歳**、**HbA1c 7.2 ± 0.2%**、) を被験者とし、非運動日および運動日を設け、各被験者は両日とも朝食として試験食 (**460Kcal**) を摂取した。非運動日は、食後 **180 分** まで継続して座位をとり、運動日は食後 **90 分** が経過したのち階段昇降運動を実施し、運動終了後、再び食後 **180 分** まで座位をとった。階段昇降運動は、1 階から 2 階まで (段数 **21 段**) の往復歩行を **3 回** 繰り返して **1 セット** とし、**30 秒** の休息をはさんで、**4～5 セット** 行った (所要時間 **8～10 分**)。昇段速度は各被験者にとって無理なく昇段可能な速度とし降段速度は自由とした。運動終了直後の心拍数 (年齢予測最大心拍数の **89.9 ± 3.4%**) と血中乳酸値 (**4.3 ± 0.3 mmol/L**) はこの運動が高強度運動であることを示したが、自覚的運動強度が降段時と休息時に減少し、総合的な自覚運動強度は中強度運動のレベルであった (**Borg** 指数 呼吸困難感 **12.0 ± 0.3**、下肢疲労感 **12.2 ± 0.2**)。血糖値は、運動前 (食後 **90 分**) には非運動日と有意差を認めなかったが、運動後 (食後 **120 分**) は有意に低値を示した (図 **1A**)。運動前 (食後 **90 分**) を基準とした血糖降下面積においても、運動日は有意に高値を示した (図 **1B**)。以上の結果より、食後 **90 分** に行う短時間 (休息を含めた **8～10 分**) の階段昇降運動が、2 型糖尿病患者において、急性的な血糖降下作用を持つ可能性が明らかとなった。

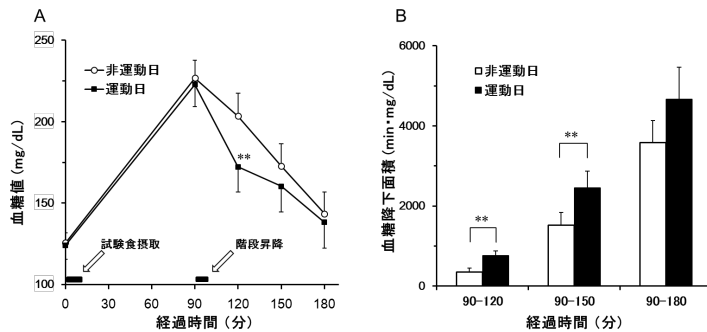


図 1 試験食摂取後の階段昇降運動による血糖値の急性的降下
 経口血糖降下剤服用中の 10 名の 2 型糖尿病患者に対し、試験食摂取 90 分後から 8~10 分間の階段昇降運動を负荷した日 (運動日) と座位安静を維持した日 (非運動日) を設けた。運動日は非運動日に比して (A) 血糖値が有意に低下し、(B) 試験食摂取 90 分後を基準とした血糖降下面積も有意に増加した。 ** P < 0.01 vs 非運動日

(2) さらに短時間 (約 3 分間) の階段昇降運動を複数回行うことで食後血糖値は急性的に降下する (雑誌論文 3) (数値データは平均 ± 標準誤差を示す)

次に、さらに短時間の階段昇降運動によって食後高血糖を早期に改善させることが可能かを検証した。高齢の患者や低体力の患者など、階段昇降運動を長時間行うことが困難な場合があるため、有効性を維持したままで運動時間の短縮が可能かの検討は重要と考えられた。運動禁忌がなく、血糖降下剤服用中の 2 型糖尿病患者 16 名 (年齢 65.4 ± 1.1 歳、HbA1c 6.9 ± 0.1%) を対象に、階段昇降運動を試験食 (460Kcal) 摂食後 60 分および 120 分の 2 回に分けて実施した。その結果、約 3 分間 (1 階から 2 階まで段数 21 段を連続 6 往復) という短時間の運動であっても、複数回行うことで非運動日に比して食後高血糖の降下が有意に促進されることが明らかになった (図 2A, B)。

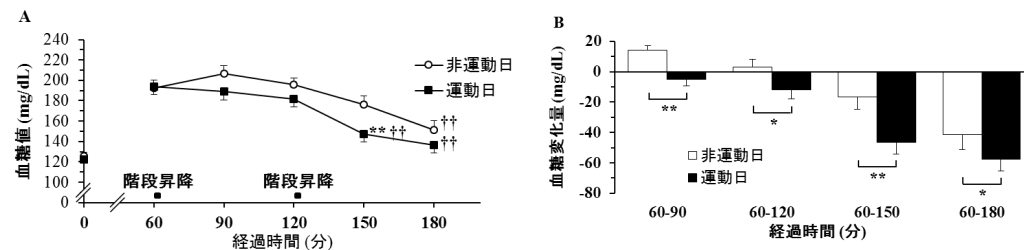


図 2 試験食摂取後の階段昇降運動による血糖値の急性的降下
 経口血糖降下剤服用中の 16 名の 2 型糖尿病患者に対し、試験食摂取 60 分後と 120 分後に約 3 分間の階段昇降運動を负荷した日 (運動日) と座位安静を維持した日 (非運動日) を設けた。運動日は非運動日に比して (A) 血糖値が有意に低下し、(B) 試験食摂取 60 分後を基準とした血糖変化量も有意に負方向に増加した。 ** P < 0.01 vs 非運動日 †† P < 0.01 vs. 60 分値

(3) 自宅での階段昇降運動は血糖コントロールを改善する (雑誌論文 2) (数値データは平均 ± 標準偏差を示す)

自宅での階段昇降運動の実施によって血糖コントロールが改善するかについても検証した。一般に、運動療法の実施率は処方薬の服薬率に比して低いと考えられており、非監視的条件下で階段昇降運動を行った場合の有効性の検証は重要と考えられた。運動禁忌がなく、血糖降下剤服用中の 2 型糖尿病患者 7 名 (年齢 68.0 ± 3.7 歳、HbA1c 6.9 ± 0.5%) を対象に、毎食後 60 分および 120 分に階段昇降運動を 2 週間にわたり実施した。階段昇降運動は各被験者の自宅の階段を用いて行い、1 階から 2 階まで (13~15 段) を 8~10 往復する 3 分間の運動を 1 セットとし、1~2 分間の休憩をはさんで、2 セットずつ実施するよう指示した。昇段速度は自覚的運動強度が中強度 (Borg 指数で 11~13 レベル) となるように自己調節させた (80~110 段/分)。降段速度は自由とした。自己申告による運動実施率は予定回数の 73 ± 27% とあまり良好ではなかったが、血糖コントロール指標である血中 1,5-anhydroglucitol 値が、運動前に比し運動期間終了時に有意に改善 (上昇) し、運動終了 2 週間後に前値に復帰することが示された (表 1)。以上のことから、短時間の階段昇降運動が、食後高血糖の急性的な降下作用を持つのみならず、その継続的実施により長期的な血糖コントロールの改善作用を持つ可能性が示唆された。

表 1 血液指標の経時変化

血液指標 (朝食前採血値)	運動開始前	1 週後 (運動開始 1 週後)	2 週後 (運動終了時)	4 週後 (運動終了 2 週後)
血糖 (mg/dL)	146.0 ± 22.2	140.1 ± 31.1	135.3 ± 16.0	136.1 ± 19.7
1,5-AG (µg/mL)	11.2 ± 7.8	12.2 ± 8.1	12.5 ± 8.3 *	11.6 ± 8.5
HOMA-IR	1.6 ± 0.8	1.4 ± 1.2	1.4 ± 0.5	1.2 ± 0.4
LDL-C (mg/dL)	118.3 ± 29.8	116.6 ± 35.5	106.4 ± 20.4	118.1 ± 29.1
HDL-C (mg/dL)	58.0 ± 14.8	56.9 ± 14.0	55.1 ± 14.5	57.7 ± 15.0
TG (mg/dL)	133.7 ± 65.0	135.4 ± 124.8	132.1 ± 84.8	176.9 ± 174.2

1,5-AG, 1,5-anhydroglucitol; HOMA-IR, homeostasis model assessment insulin resistance; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; TG, triglycerides. 平均 ± 標準偏差. * p < 0.05 vs. 運動開始前. N = 7.

(4) 階段昇降運動は自転車運動よりも効率的に食後血糖値を低下させる (雑誌論文 1) (数値データは平均±標準偏差を示す)

階段昇降運動の急性的血糖降下作用に関する臨床的有用性(優位性)について、糖代謝障害者において自転車運動との比較において検証した。7名の2型糖尿病患者と7名の耐糖能異常者(年齢 60.9 ± 11.2 歳、 $HbA1c$ $6.3 \pm 0.6\%$) に対して、試験食(660Kcal)の摂取後90分から、自転車エルゴメータを用いた定常運動、あるいは階段昇降運動を、運動中の平均心拍数が同程度(約130拍/分)となるように運動強度を設定して、約8分間負荷した。自転車エルゴメータ運動は、アイソパワーエルゴメータを用いて50~65回転/分で行い、階段昇降運動は1階分(18cm×21段)の階段を下りて上ることを16回連続で反復した(図3)。その結果、食後90分から105分間の急性的な血糖降下量は、階段昇降運動のほうが有意に大きくなった(階段昇降運動: 4.0 ± 0.7 mmol/L, 自転車運動: 2.7 ± 0.9 mmol/L, $P < 0.05$)。また、どちらの運動も行わない場合の血糖降下量を差し引いた実質血糖降下量も、階段昇降運動のほうが有意に大きくなった(階段昇降運動: 3.2 ± 0.7 mmol/L, 自転車運動: 2.0 ± 0.6 mmol/L, $P < 0.01$)。血中インスリン濃度には両群間に差はなかった。さらに、階段昇降運動では、酸素消費量が9%高かった一方で、呼吸交換比は有意に低く、また血中乳酸濃度の上昇も有意に小さかった。これらの結果は、同じ心拍数で運動した場合、階段昇降運動が自転車運動に比して、酸素消費量が高いにもかかわらず運動を楽に感じながら、より強力に食後血糖を低下させる作用を持つ可能性を示唆するものである。

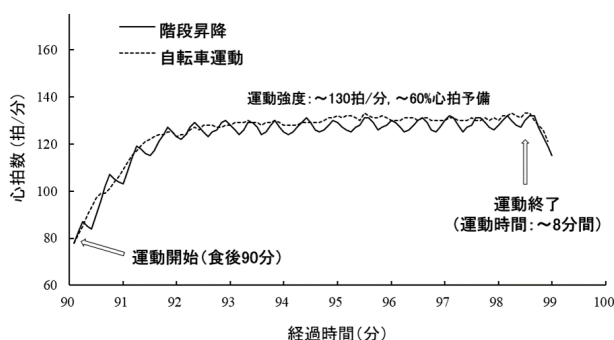


図3 階段昇降運動と自転車運動のプロトコール

被験者は試験食摂取90分後より、階段昇降運動(1階から2階までを16往復、所要時間約8分)を行った。また別の日に、自転車運動を階段昇降運動と同じ平均心拍数(約130拍/分)となるような負荷に調節して同じ運動時間(約8分間)実施した。

(5) 階段昇降運動は食後血糖のみならず24時間血糖プロファイルを改善する (学会発表 学術総会 1) (数値データは平均±標準誤差を示す)

2型糖尿病患者における階段昇降運動の血糖降下作用について、持続血糖モニタリングシステムを用いた検証を行った。対象は運動禁忌がなく、経口血糖降下剤服用中の2型糖尿病患者7名(年齢 70.1 ± 1.3 歳、 $HbA1c$ $7.0 \pm 0.1\%$) とし、階段昇降運動の実施日(運動日)と非実施日(非運動日)の24時間血糖値を比較した。運動日、非運動日とも経口血糖降下剤の服用は継続し、食事は3食とも糖尿病用試験食(1570カロリー/日)を摂取させた。階段昇降運動は各被験者の自宅の階段を用いて行い、1階から2階まで(13~15段)を8~10往復する3分間の運動を1セットとし、1~2分間の休憩をはさんで、2セットずつ実施するよう指示した。昇段速度は自覚的運動強度が中強度(Borg指数で11~13レベル)となるように自己調節させた(80~110段/分)。降段速度は自由とした。血糖測定は朝食開始時から24時間連続で行った。その結果、各食前の空腹時血糖値は両日で差がなかったが、運動日の24時間平均血糖値と24時間血糖面積(area under the curve: AUC)は、非運動日に比して、それぞれ11%、12%低値を示した。また、昼食後4時間及び夕食後4時間の血糖面積、朝食後4時間及び昼食後4時間の増加血糖面積(incremental AUC)も、運動日は非運動日に比して有意の低値を示した。さらに運動日の高血糖暴露時間(血糖値10mmol/L以上の総時間数)は、非運動日に比して52%短縮した(表2)。以上より、2型糖尿病患者において、毎食後60分と120分に3分間の階段昇降運動を2セットずつ行うことで、24時間にわたる血糖コントロールの改善が得られる可能性が示された。

表2 運動日・非実施日の血糖値と関連指標

	運動日	非運動日
24時間		
平均血糖 (mmol/L)	7.7 ± 0.0**	8.7 ± 0.1
総血糖面積 (×10 ³ mmol/L*min)	11.0 ± 0.4**	12.6 ± 0.4
高血糖持続時間 (min)	170.0 ± 38.2 *	352.1 ± 59.8
食前または食後		
食前血糖 (mmol/L)		
- 朝食前	7.8 ± 0.5	7.4 ± 0.5
- 昼食前	6.9 ± 0.4	7.7 ± 0.6
- 夕食前	7.0 ± 0.4	7.9 ± 1.0

総血糖面積 ($\times 10^3$ mmol/L*min)		
- 朝食後 4 時間	2.4 \pm 0.1	2.6 \pm 0.1
- 昼食後 4 時間	1.9 \pm 0.1*	2.4 \pm 0.1
- 夕食後 4 時間	2.0 \pm 0.1*	2.3 \pm 0.1
増加血糖面積 ($\times 10^3$ mmol/L*min)		
- 朝食後 4 時間	0.6 \pm 0.2*	0.8 \pm 0.1
- 昼食後 4 時間	0.2 \pm 0.1*	0.5 \pm 0.2
- 夕食後 4 時間	0.3 \pm 0.2	0.4 \pm 0.3

平均 \pm 標準誤差. *p < 0.05, **p < 0.01 vs. 非運動日. N = 7.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

1. Takaishi T, Hayashi T. Stair ascending-descending exercise accelerates the decrease in postprandial hyperglycemia more efficiently than bicycle exercise. *BMJ Open Diab Res Care*. 5:e000428, 2017. (査読有) doi:10.1136/bmjdr-2017-000428
2. Honda H, Igaki M, Hatanaka Y, Komatsu M, Tanaka S, Miki T, Matsuki Y, Takaishi T, Hayashi T. Repeated 3-minute stair climbing-descending exercise after a meal over 2 weeks increases serum 1,5-anhydroglucitol levels in people with type 2 diabetes. *J Phys Ther Sci*. 29(1):75-78, 2017. (査読有) doi: 10.1589/jpts.29.75
3. Honda H, Igaki M, Hatanaka Y, Komatsu M, Tanaka S, Miki T, Suzuki T, Takaishi T, Hayashi T. Stair climbing/descending exercise for a short time decreases blood glucose levels after a meal in people with type 2 diabetes. *BMJ Open Diab Res Care*. 4(1):e000232, 2016. (査読有) doi:10.1136/bmjdr-2016-000232
4. 本田寛人, 高石鉄雄, 林 達也. 運動の急性効果・慢性効果. 日本臨牀. 74 増刊号 1 「新時代の臨床糖尿病学(上)より良い血糖管理をめざして」: 495-500, 2016. (査読無)
5. Takaishi T, Hayashi T. Stair climbing/descending exercise - immediate effect against postprandial hyperglycemia in older people with type 2 diabetes mellitus. *Ann Sports Med Res* 2(3):1023, 2015. (査読有) <https://www.jscimedcentral.com/SportsMedicine>

〔学会発表〕(計 16 件)

<学術総会>

1. 本田寛人, 井垣 誠, 小松素明, 田中慎一郎, 高石鉄雄, 林 達也. 2 型糖尿病患者における短時間の階段昇降運動による急性的血糖降下作用の検討. 第 61 回日本糖尿病学会年次学術集会. 2018.
2. 本田寛人, 井垣 誠, 畑中友紀, 小松素明, 田中慎一郎, 三木哲雄, 高石鉄雄, 林 達也. 3 分間の階段昇降運動を食後に反復することで 2 型糖尿病患者の血糖コントロールが改善する. 第 60 回日本糖尿病学会年次学術集会. 2017.
3. Tatsuya Hayashi. Acute activation of skeletal muscle metabolism and its clinical implications. 第 59 回日本糖尿病学会年次学術集会(シンポジウム「Energy metabolism, insulin resistance and sarcopenia - Clinical links and molecular mechanisms」)(招待講演), 2016.
4. Hiroto Honda, Makoto Igaki, Tetsuo Takaishi, Tatsuya Hayashi. Two 3-min bouts of stair climbing/descending exercise attenuate hyperglycemia in people with Type 2 diabetes mellitus. American Diabetes Association (ADA) 75th Scientific Sessions, 2015.
5. 林 達也. 糖尿病運動療法の今後の展望. 第 58 回日本糖尿病学会年次学術集会(シンポジウム「運動を科学する - 健康寿命を延ばす運動療法」)(招待講演), 2015.
6. 本田寛人, 井垣 誠, 畑中友紀, 小松素明, 田中慎一郎, 三木哲雄, 高石鉄雄, 林 達也. 2 型糖尿病患者の食後血糖は短時間の階段昇降によって急性的に降下する. 第 58 回日本糖尿病学会年次学術集会. 2015.

<研究会・講習会>

1. 林 達也. 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果. 日本医師会第 31 回健康スポーツ医学講習会(招待講演). 2018.
2. 林 達也. 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果. 日本医師会第 30 回健康スポーツ医学講習会(招待講演). 2017.
3. 林 達也. 糖尿病の運動療法 運動強度を少し上げてみると. 第 5 回北摂糖尿病 Dialogue (招待講演). 2017.
4. 林 達也. 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果. 第 44 回日本整形外科学会スポーツ医学研修会(招待講演). 2017.
5. 林 達也. 糖尿病治療における運動療法 --高強度有酸素運動の有用性--. 糖尿病治療力

- ンファレンス（招待講演），2017.
6. 林 達也. 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果. 日本医師会第 29 回健康スポーツ医学講習会（招待講演）. 2016.
 7. 林 達也. 糖尿病の運動療法 いまいちど有酸素運動の意義を見直す. 第 20 回京都 CDE の会講習会（招待講演）. 2016.
 8. 林 達也. 糖尿病の運動療法 ウォーキングができていない患者への運動指導. 第 3 回 Rakunan Diabetes Conference for Next Generation（招待講演）. 2015.
 9. 林 達也. 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果. 日本医師会第 28 回健康スポーツ医学講習会（招待講演）. 2015.
 10. 林 達也. 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果. 第 42 回日本整形外科学会スポーツ医学研修会（招待講演）, 2015.

〔図書〕(計 4 件)

1. 本田寛人, 林 達也. IV 運動療法 1. 運動療法の効果と実際, 注意点. In: 糖尿病 最新の治療 2019-2021. 南江堂, 99-103, 2019.
2. 江川達郎, 林 達也. 障害者におけるスポーツの現状と課題. In: 知のスイッチ 「障害」からはじまるリベラルアーツ. 岩波書店, 87-106, 2019.
3. 梅田陽子, 林 達也. 3.運動療法 Q12. In: 糖尿病の療養指導 Q&A vol.1 (企画:「プラクティス」編集委員会), 医歯薬出版株式会社, 41-43, 2018.
4. 林 達也, 勝川史憲. 第 11 章運動療法. In: Q&A 生活習慣病の科学 Neo (京都大学健康市民講座)(中尾一和編), 京都大学学術出版会, 313-336, 2016.

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）
取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ <http://www.hayashilab.org/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

高石 鉄雄 (TAKAISHI TETSUO)
名古屋市立大学・大学院システム自然科学研究科, 教授
研究者番号: 50216610

本田 寛人 (HONDA HIROTO)
藍野大学・医療保健学部, 助教
研究者番号: 00803131

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。