

保健指導従事者のためのスキルアップ研修会

生活習慣病による運動時の循環応答と栄養

石澤 里枝



鹿屋体育大学 スポーツ生命科学系

National Institute of Fitness and Sports in KANOYA, Faculty of Sports and Life Science

保健指導従事者のための
スキルアップ研修会

～リピーター対策や糖尿病重症化
予防事業に生かす～

『心を動かす支援』
講師:坂根直樹 氏
京都医療センター臨床研究センター 予防医学研究室 室長

対象者と信頼関係を築くには、
保健指導前の事前準備に加え、
かつ説明力を養う必要があります。
かつ対象者の性格タイプ
かつ対象者の性格
としてアプローチできる
の幅が広がります。
みなさんが具体的なアプローチ
方法を理解し、保健指導のスキル
アップにつながるようお伝えします。

13:20～

OPEN13:00 START13:20-16:40

会場 国立大学法人鹿屋体育大学
大学院棟 3階大講義室
鹿屋市白水町1番地

対象者 行政職員(市町村・保健所)
医療機関等の特定保健指導従事者
健康運動指導士

こんな方におすすめです!

- ✓ リピーター対策に手詰まりを感じている方
- ✓ いつもワンパターンの指導になりがちの方
- ✓ 説明力に自信のない方
- ✓ 運動指導に自信のない方
- ✓ 効果的な運動指導を実施したい方

オンラインも同時開催
QRコードから⇒

会場 100
締切:2月13日(金)

主催 県民健康プラザ健康増進センター・鹿屋体育大学スポーツイノベーション機構ヘルス・スポーツプロモーション部門

お問い合わせ先 県民健康プラザ健康増進センター ☎ 0994-52-0052 ✉ smile1@kenpura.com

15:10～

『生活習慣病による運動時の
循環応答と栄養』
講師:石澤 里枝氏
鹿屋体育大学講師 専門 運動栄養学(管理栄養士)

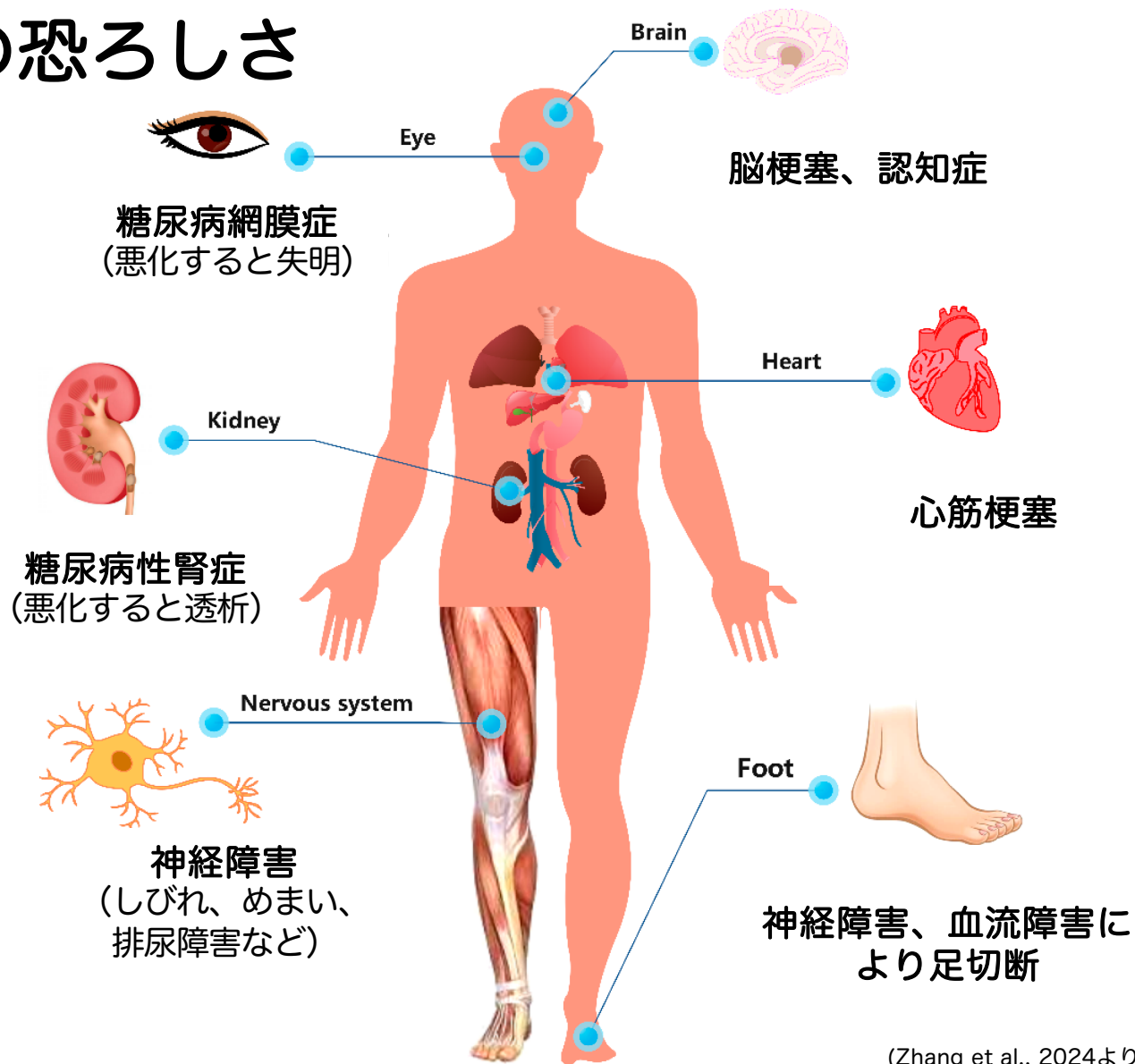
糖尿病や高血圧によって引き
起こされる運動時の異常な循環
応答(心血管疾患を招くと、その
予防のための食事について、
わかりやすくお伝えします。

『特定保健指導における運動
支援の実践』(実技)
講師:中垣内真樹氏
鹿屋体育大学教授 ヘルス・スポーツプロモーション部門長

運動の効果や方法など支援者の
みなさんが、具体的な運動支援が
できるよう、実技を通してお伝え
します。

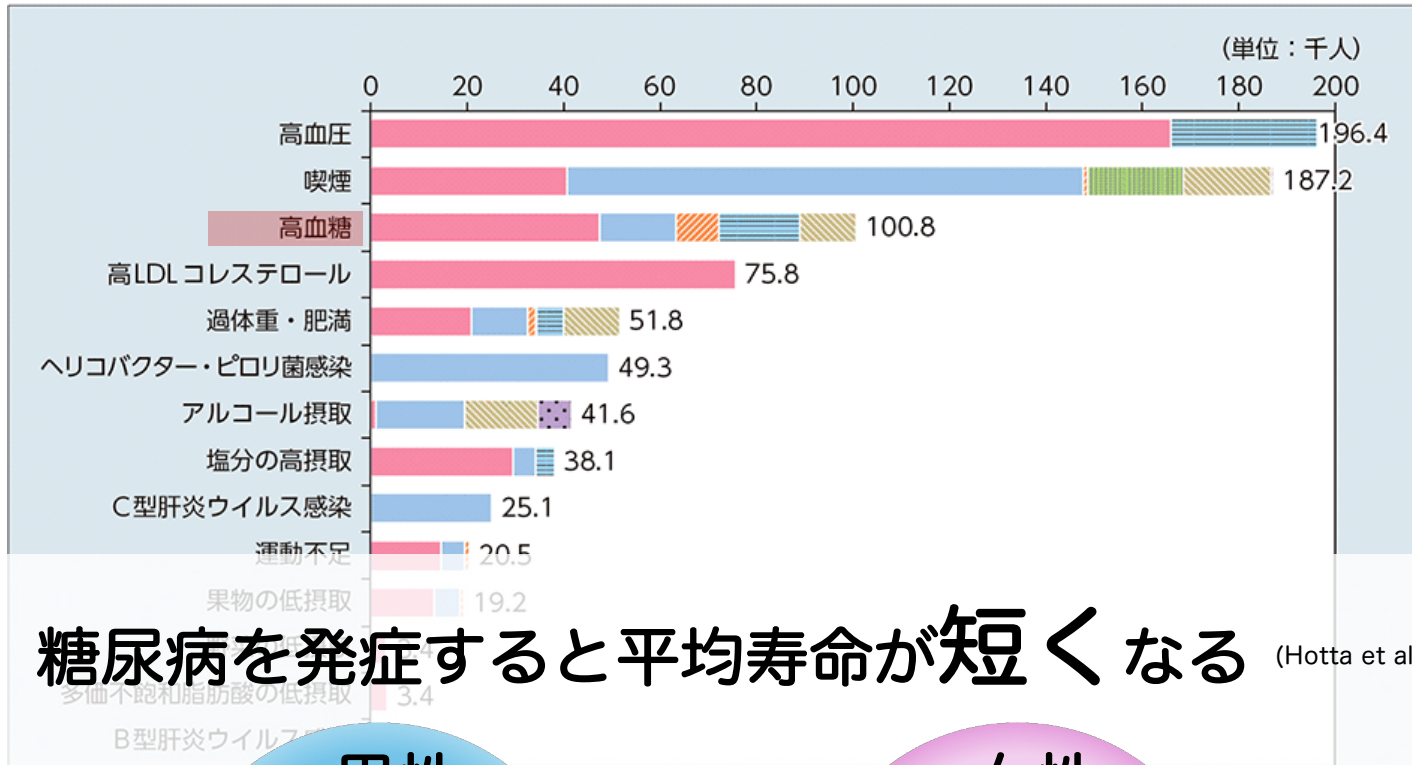
注:実技は会場参加者のみ WEB配信なし

2型糖尿病の恐ろしさ



(Zhang et al., 2024より抜粋, 一部改変)

図表8-4-2 リスク要因別の関連死亡者数 (2019年)



糖尿病を発症すると平均寿命が短くなる (Hotta et al., 2010)

男性
9年

女性
13年

資料: Nomura H, Kubo T, Nagata C, Inoue M: Toward a... - implications from... disease burden and... The Lancet Regional Health Europe 2022, 21.
(注) 日本における...と障害による成人死亡について...可能な危険因子別に死亡数を推計した

2型糖尿病患者の割合 (2024年・令和6年国民健康・栄養調査)



糖尿病の原因



加齢



運動不足

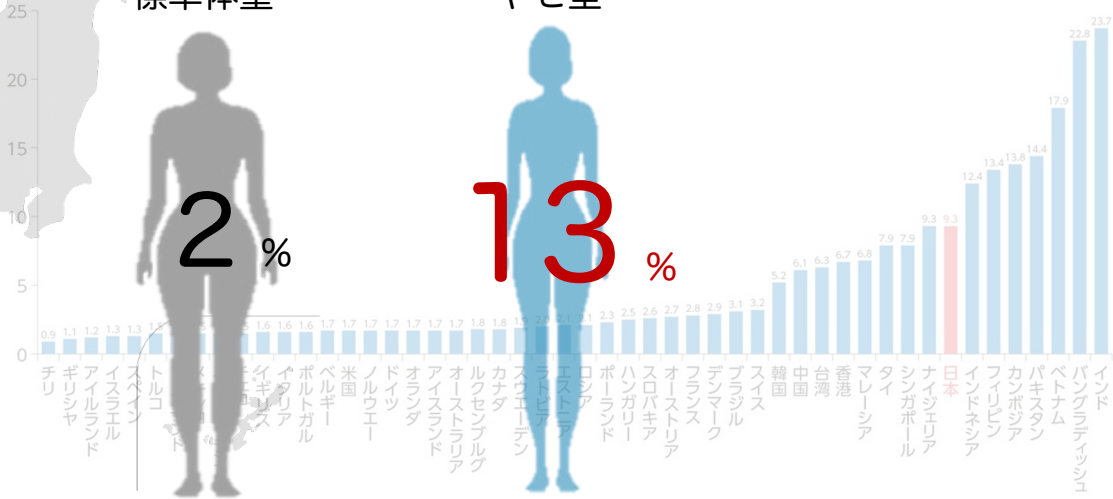


2型糖尿病患者の割合 (2024年・令和6年国民健康・栄養調査)



痩せていても、
“運動と食事の不足”は
糖尿病発症リスクを上げる

耐糖能異常の割合



(Sato et al., Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 2021)

アウトライン

- ① 運動による抗糖尿病作用：骨格筋による糖とりこみ
- ② 運動による抗糖尿病作用：筋肥大
- ③ 糖尿病と運動時の血圧応答

2型糖尿病と運動の効果

毎日30分以上の運動

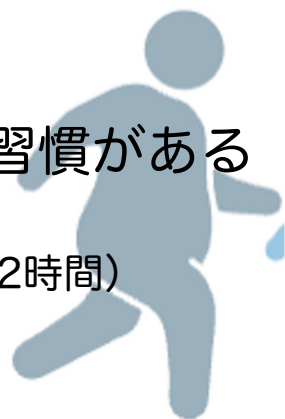


2型糖尿病の発症率

40% 低下

(Hu FB et al., JAMA. 1999)

ウォーキングの習慣がある
2型糖尿病患者
(1週間に少なくとも2時間)

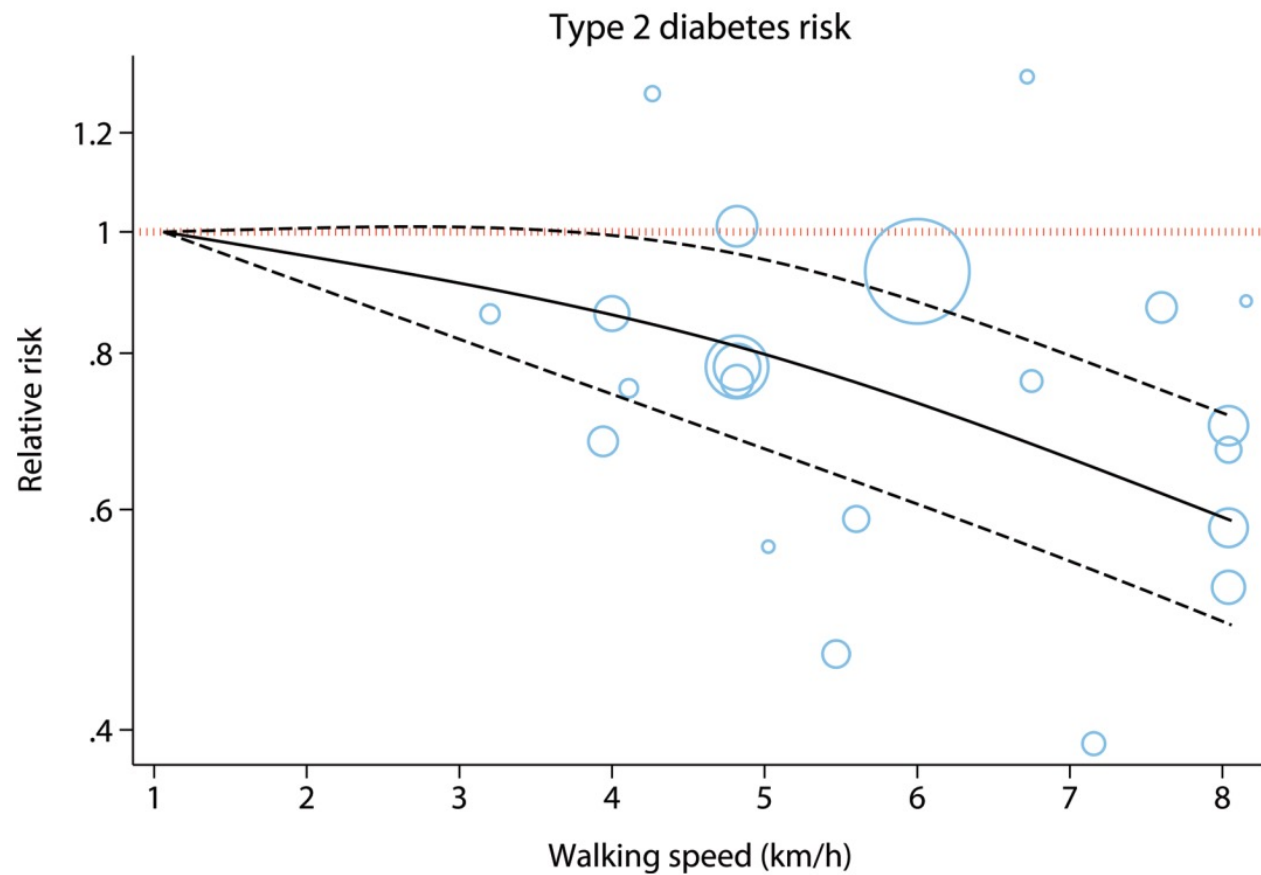


寿命

4年 延びる

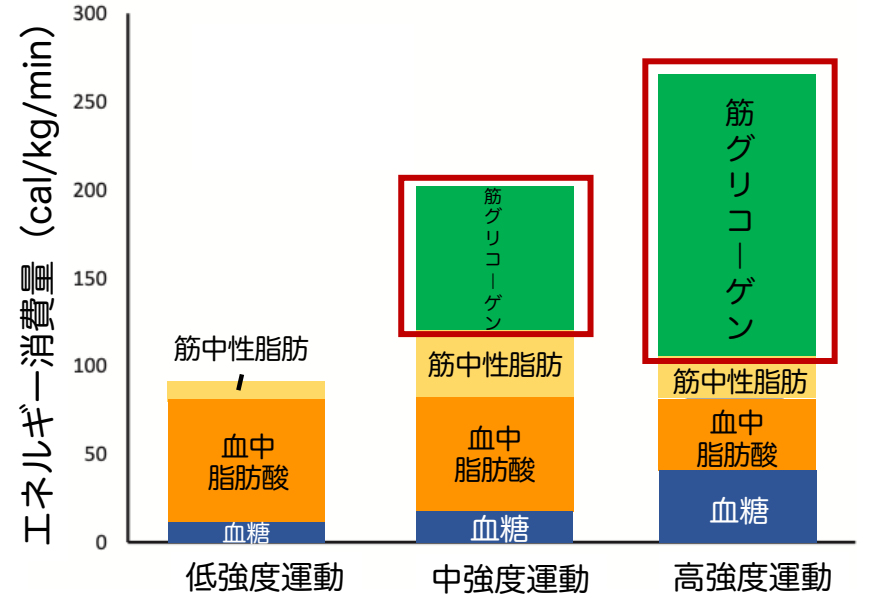
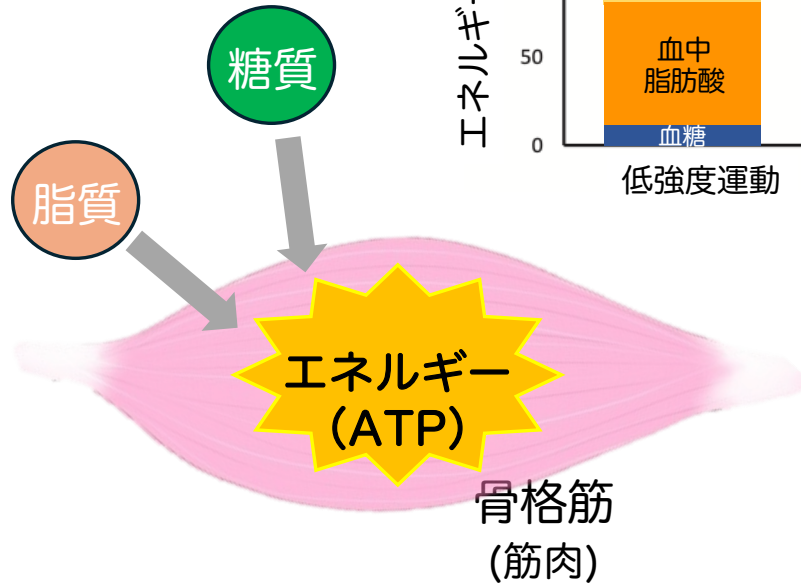
(Franco et al., 2005)

歩行速度が高い人ほど糖尿病の発症頻度が低下する



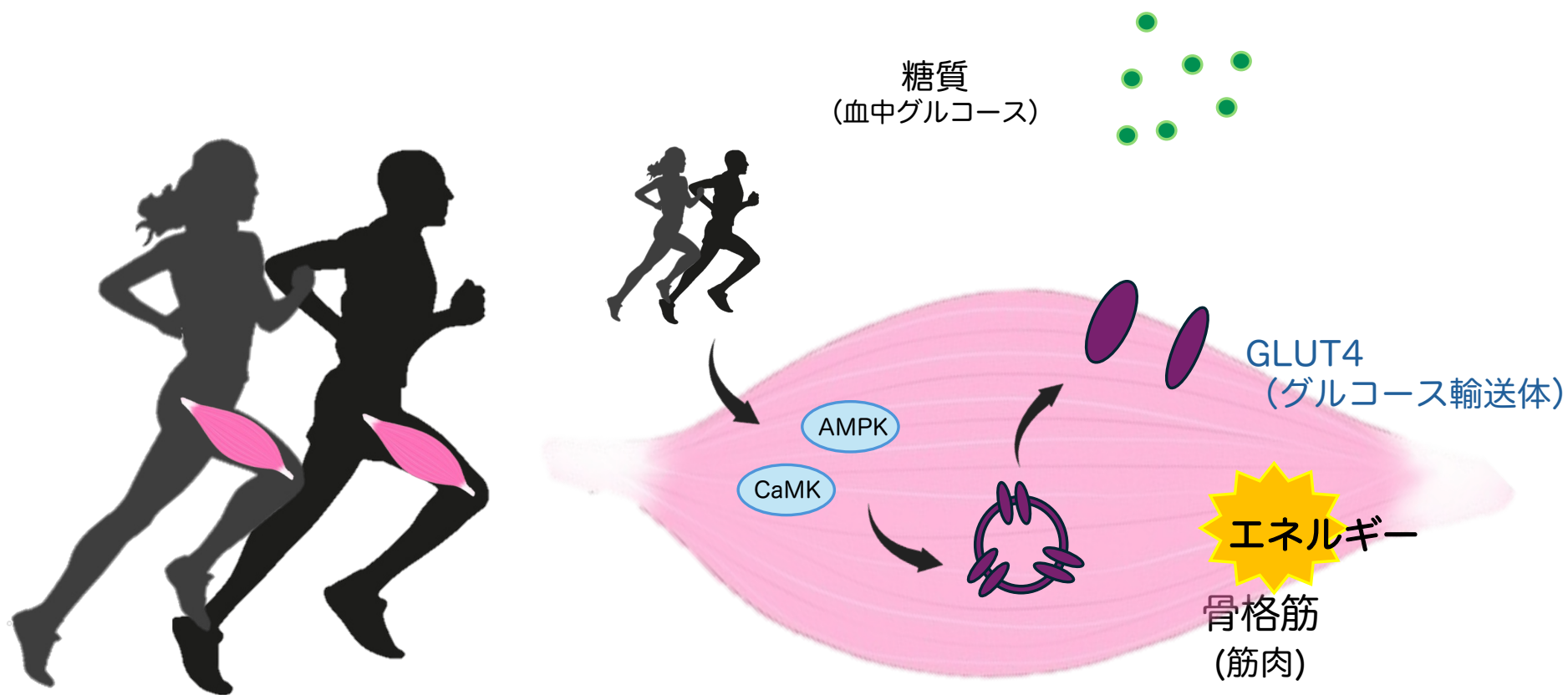
(Jayedi et al., BMJ. 2023)

運動を行うとなぜ糖尿病が改善されるのか？



(Romijn et al., 1993)

運動を行うと糖尿病が改善する理由：筋肉への糖取り込みが増えるため





Frederick Banting

骨格筋への糖取り込み作用

インスリンによる糖取り込み

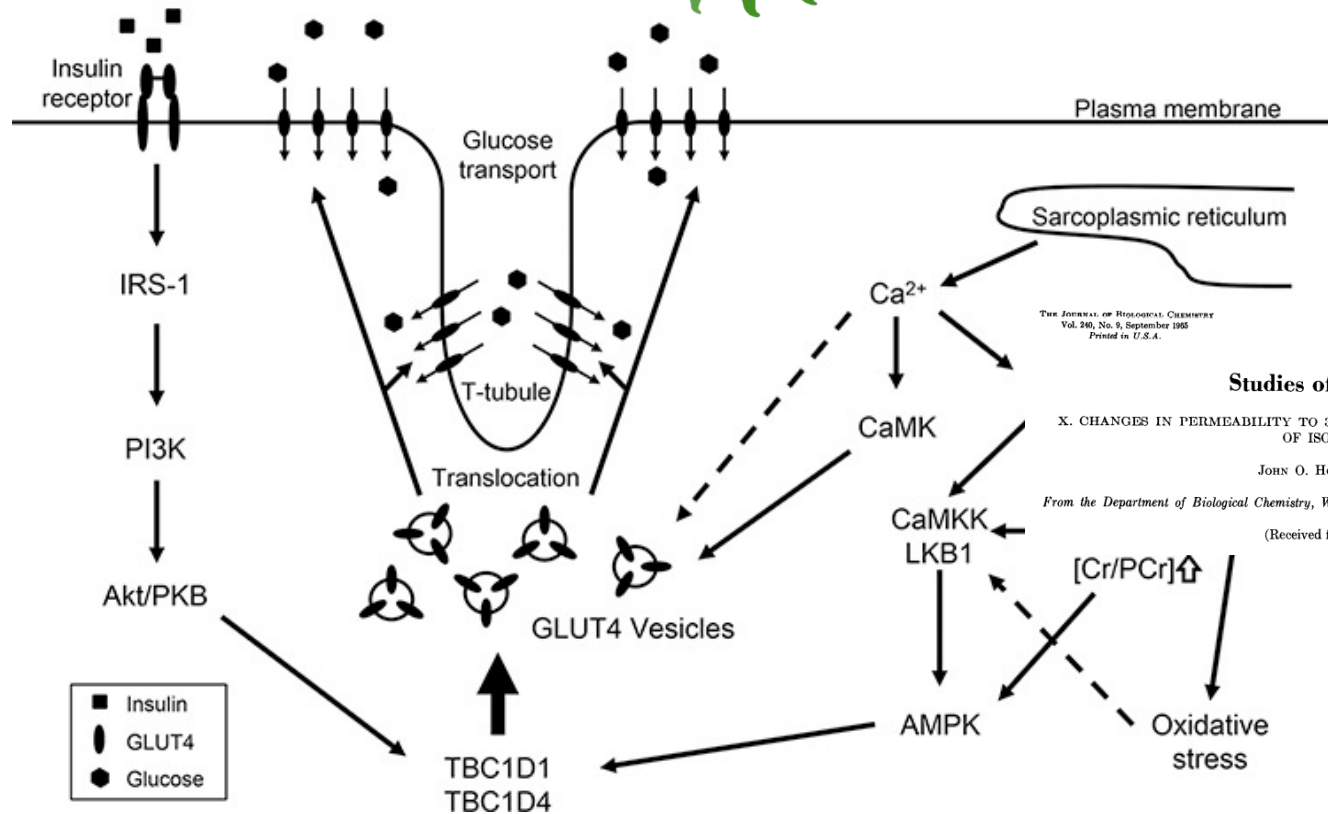
1921年に発見

Insulin-dependent

運動による糖取り込み

1965年に発見

Insulin-independent



John O. Holloszy

THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY
Vol. 240, No. 9, September 1965
Printed in U.S.A.

Studies of Tissue Permeability

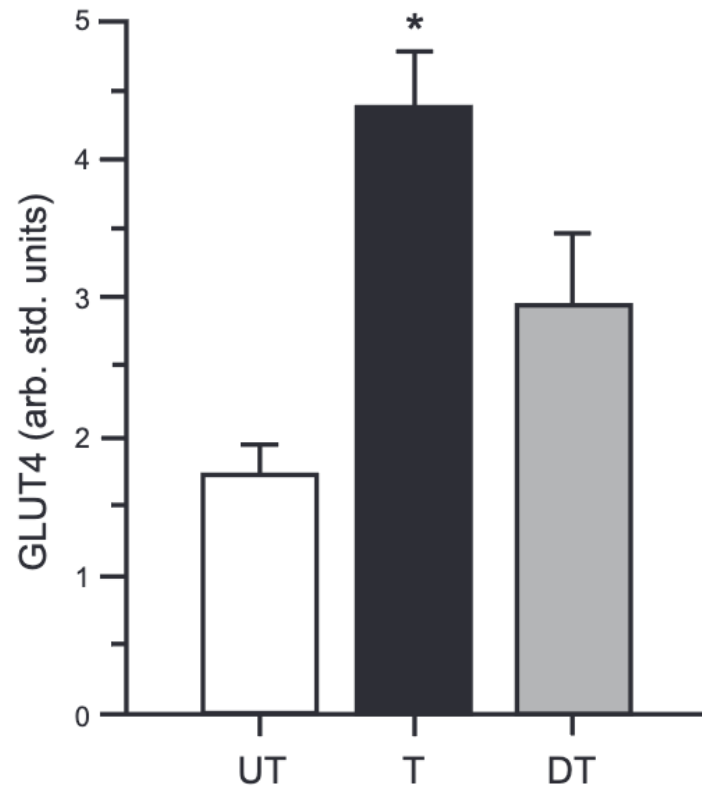
X. CHANGES IN PERMEABILITY TO 3-METHYLGLUCOSE ASSOCIATED WITH CONTRACTION OF ISOLATED FROG MUSCLE*

JOHN O. HOLLOSZY† AND H. T. NARAHARA

From the Department of Biological Chemistry, Washington University School of Medicine, St. Louis, Missouri 63110

(Received for publication, March 26, 1965)

習慣的な運動はGLUT4を増やす



(McCoy et al., J Appl Physiol. 1994)

TABLE 2
Muscle protein content and activity before and after bed rest

Protein	Before bed rest	After bed rest
GLUT4 protein	1 ± 0.18	0.74 ± 0.14†
HKII protein	1 ± 0.14	0.66 ± 0.15†
Akt1 protein	1 ± 0.13	0.56 ± 0.06†
Akt2 protein	1 ± 0.13	0.68 ± 0.07†
TBC1D4 protein	1 ± 0.22	0.79 ± 0.21
GS protein	1 ± 0.15	0.82 ± 0.21
GS total activity (nmol · min ⁻¹ · mg ⁻¹)	30.7 ± 2.3	30.8 ± 1.5
HAD activity (μmol · min ⁻¹ · kg ⁻¹)	23.5 ± 1.2	21.4 ± 1.4(†)
CS activity (μmol · min ⁻¹ · kg ⁻¹)	44.9 ± 3.8	41.9 ± 4.2

(Bienso et al., Diabetes 2012)



糖尿病に対する運動：①有酸素運動

表2 有酸素運動（アメリカ糖尿病学会標準治療 2022）（文献2より）

1型糖尿病患者、2型糖尿病患者あるいは糖尿病前状態の子供や青少年は1日60分以上中等度以上あるいは強度を上げた有酸素活動を骨格筋強化とともに週3日以上行うべきである（推奨グレードC）。

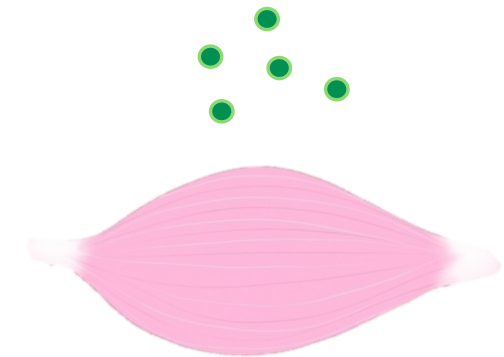
1型糖尿病患者（グレードC）や2型糖尿病患者（グレードB）の多くは1週間に150分以上の中等度から高強度の有酸素運動を、少なくとも週3日、行わない日が連続しないように行うべきである。週に75分の高強度やインターバルトレーニングといった短時間運動でも、若い者や日頃活動の多い者には十分である。



有酸素運動



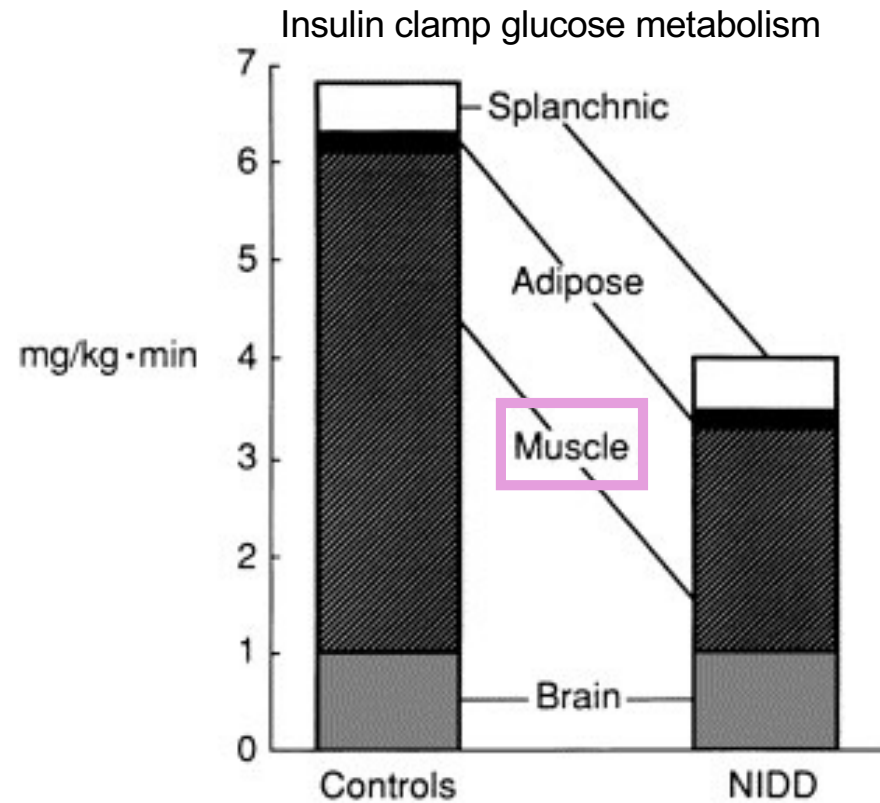
糖の取り込みを増やす
(血糖値を下げる効果)



抜粋：細井ら 2022, 糖尿病の運動療法—有酸素運動か レジスタンス運動か— Exercise Therapy for Diabetic Patients

文献2: American Diabetes Association Professional Practice Committee : Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes : Standards of Medical Care in Diabetes—2022. Diabetes Care 2022 ; 45 (Suppl 1) : S60-S82

糖尿病患者では、全身の糖の利用量が健康な人と比べて約半分



(DeFronzo., Diabetes 1988)

アウトライン

- ① 運動による抗糖尿病作用：骨格筋による糖とりこみ
- ② 運動による抗糖尿病作用：筋肥大
- ③ 糖尿病と運動時の血圧応答

糖尿病患者では、筋肉量が少ない



筋萎縮

Table 1. Clinical characteristics of the study sample.

Characteristics	Men			Women		
	T2DM ^a (n=55)	Control (n=20)	<i>P</i> value	T2DM (n=52)	Control (n=12)	<i>P</i> value
Age (years), mean (SD)	53.2 (10.2)	53.2 (10.1)	.96	49.5 (10.3)	46.8 (12.5)	.57
BMI (kg/m²), mean (SD)	27.1 (4.3)	24.7 (3.4)	.01	30.8 (6.5)	24.7 (4.2)	.001
Skeletal muscle mass index (kg/m²), mean (SD)	7.7 (0.8)	8.4 (0.5)	<.001	7.0 (0.9)	6.8 (0.7)	.35
Serum albumin (g/dL), mean (SD)	3.8 (0.58)	4.4 (0.27)	<.001	3.9 (0.3)	4.4 (0.29)	<.001
Total cholesterol (mg/dl), mean (SD)	185.6 (51.9)	211.5 (36.27)	<.001	191.2 (44.5)	226.5 (39.1)	.02
HbA_{1c}^b (%), mean (SD)	9.4 (2.07)	5.7 (0.34)	.004	9.3 (1.79)	5.6 (0.43)	<.001

(Naruse et al, Interact J Med Res 2024)



糖尿病に対する運動：①有酸素運動 + ②レジスタンス運動

表 2 有酸素運動（アメリカ糖尿病学会標準治療 2022）（文献 2 より）

1 型糖尿病患者、2 型糖尿病患者あるいは糖尿病前状態の子供や青少年は 1 日 60 分以上中等度以上あるいは強度を上げた有酸素活動を骨格筋強化とともに週 3 日以上行うべきである（推奨グレード C）。

1 型糖尿病患者（グレード C）や 2 型糖尿病患者（グレード B）の多くは 1 週間に 150 分以上の中等度から高強度の有酸素運動を、少なくとも週 3 日、行わない日が連続しないように行うべきである。週に 75 分の高強度やインターバルトレーニングといった短時間運動でも、若い者や日頃活動の多い者には十分である。

表 4 レジスタンス運動（アメリカ糖尿病学会標準治療 2022）（文献 2 より）

1 型糖尿病患者（グレード C）や 2 型糖尿病患者（グレード B）は週に 2~3 セッションのレジスタンス運動を隔日に行うべきである。



抜粋：細井ら 2022, 糖尿病の運動療法—有酸素運動か レジスタンス運動か— Exercise Therapy for Diabetic Patients

文献2: American Diabetes Association Professional Practice Committee : Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes : Standards of Medical Care in Diabetes—2022. Diabetes Care 2022 ; 45 (Suppl 1) : S60-S82

筋肉が太くなるしくみと栄養



筋収縮

mTOR

シグナル伝達物質 (エムトール)
「筋肉を作れ！」スイッチが入る

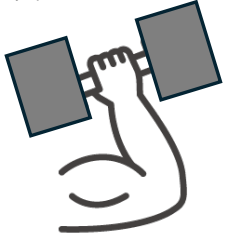
筋肉のタンパク質合成 → 筋肉が太くなる

Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men

Nicholas A. Burd¹, Andrew M. Holwerda¹, Keegan C. Selby¹, Daniel W. D. West¹, Aaron W. Staples¹, Nathan E. Cain¹, Joshua G. A. Cashaback², James R. Potvin², Steven K. Baker³ and Stuart M. Phillips¹

¹Exercise Metabolism Research Group and ²Occupational Biomechanics Laboratory, Department of Kinesiology, McMaster University, and ³Michael G. DeGroote School of Medicine, Department of Neurology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

疲労困憊まで

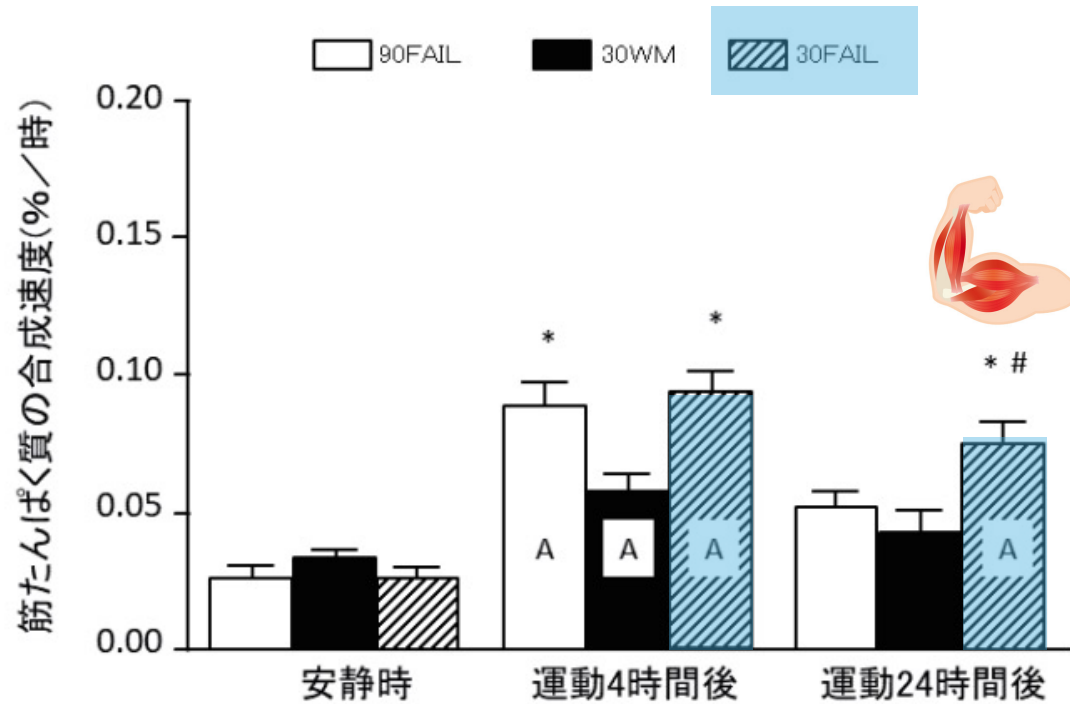


高強度・回数少ない
(最大挙上重量の90%強度)

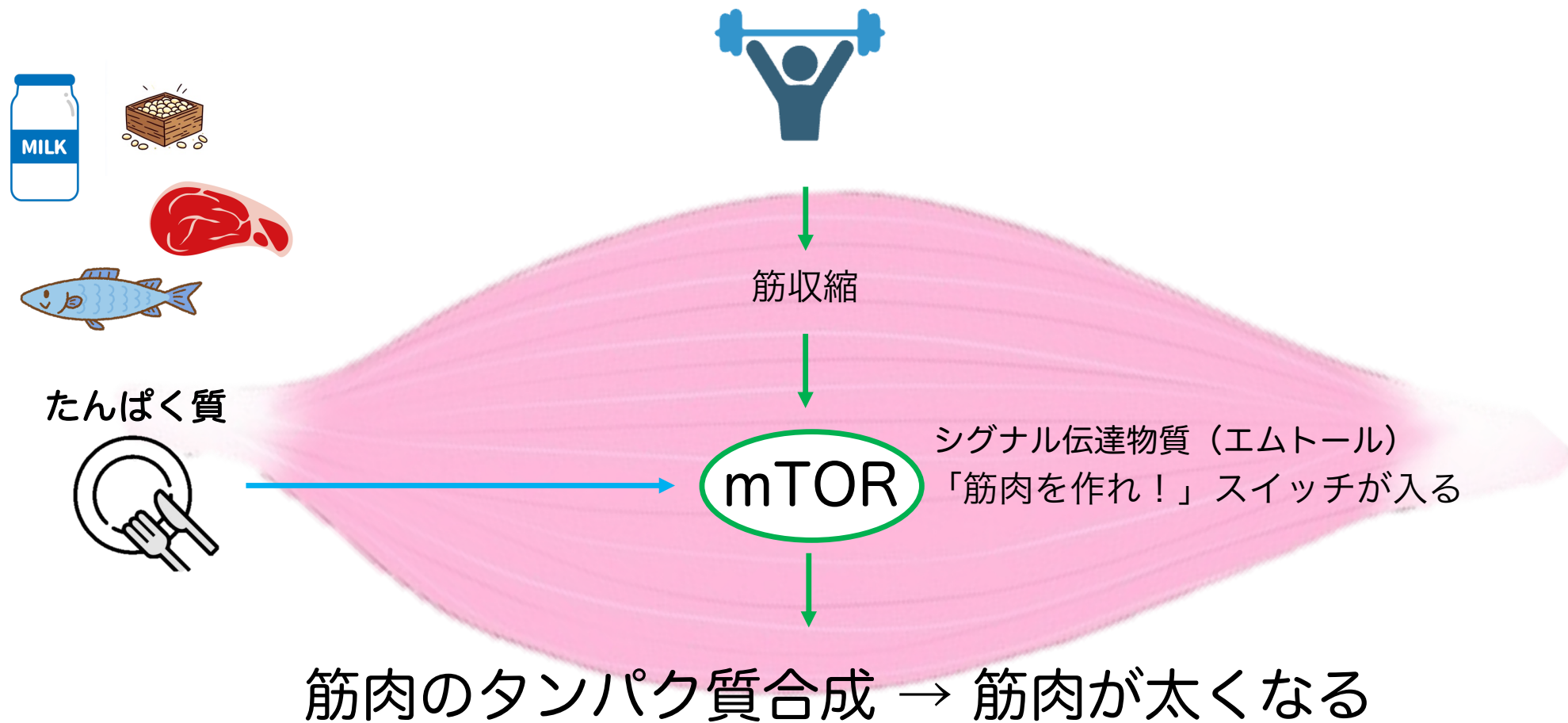
VS



低強度・回数多い
(最大挙上重量の30%強度)



筋肉が太くなるしくみと栄養



筋肉が太くなるしくみと栄養



筋収縮

たんぱく質

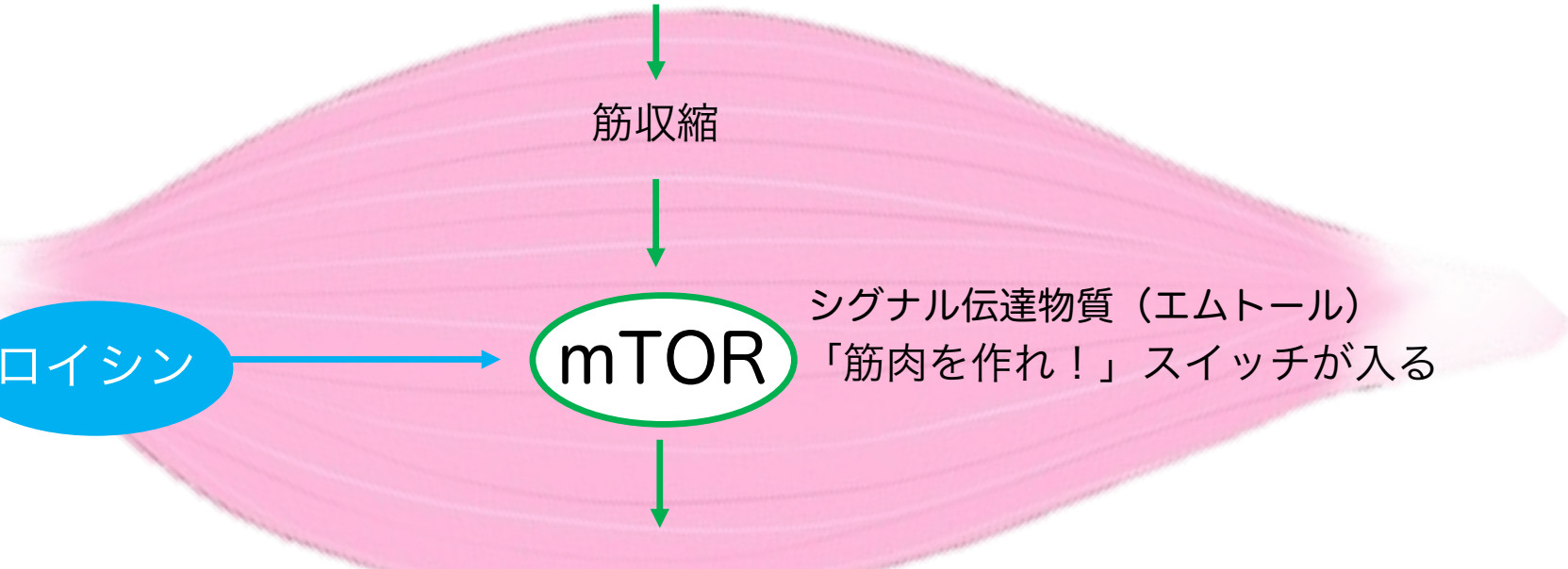


ロイシン

mTOR

シグナル伝達物質 (エムトール)
「筋肉を作れ！」スイッチが入る

筋肉のタンパク質合成 → 筋肉が太くなる



食品名	BCAA (mg)	バリン (mg)	ロイシン (mg)	イソロイシン (mg)
まぐろ赤身生 (刺身約8切れ)	4800	1400	2100	1300
かつお	4300	1300	1100	1900
あじ (中1匹)	3760	1100	960	1700
サンマ生 (中1匹)	3650	1100	1600	950
鶏肉 (胸肉)	4300	1200	1900	1200
鶏肉 (もも肉)	3290	910	1500	880
牛肉 (サーロイン)	2360	650	1100	610
卵 (1個 50g)	2610	830	1100	680
凍り豆腐 (1枚 16g)	1600	448	720	432
納豆 (1パック 50g)	1305	415	550	340
木綿豆腐 (1/4丁)	1210	330	560	320
牛乳 (コップ1杯 200ml)	1360	400	620	340
チーズ (小1個 20g)	1020	320	460	240

筋肉が太くなるしくみと栄養

運動+ロイシン+糖質



筋収縮

たんぱく質



糖質

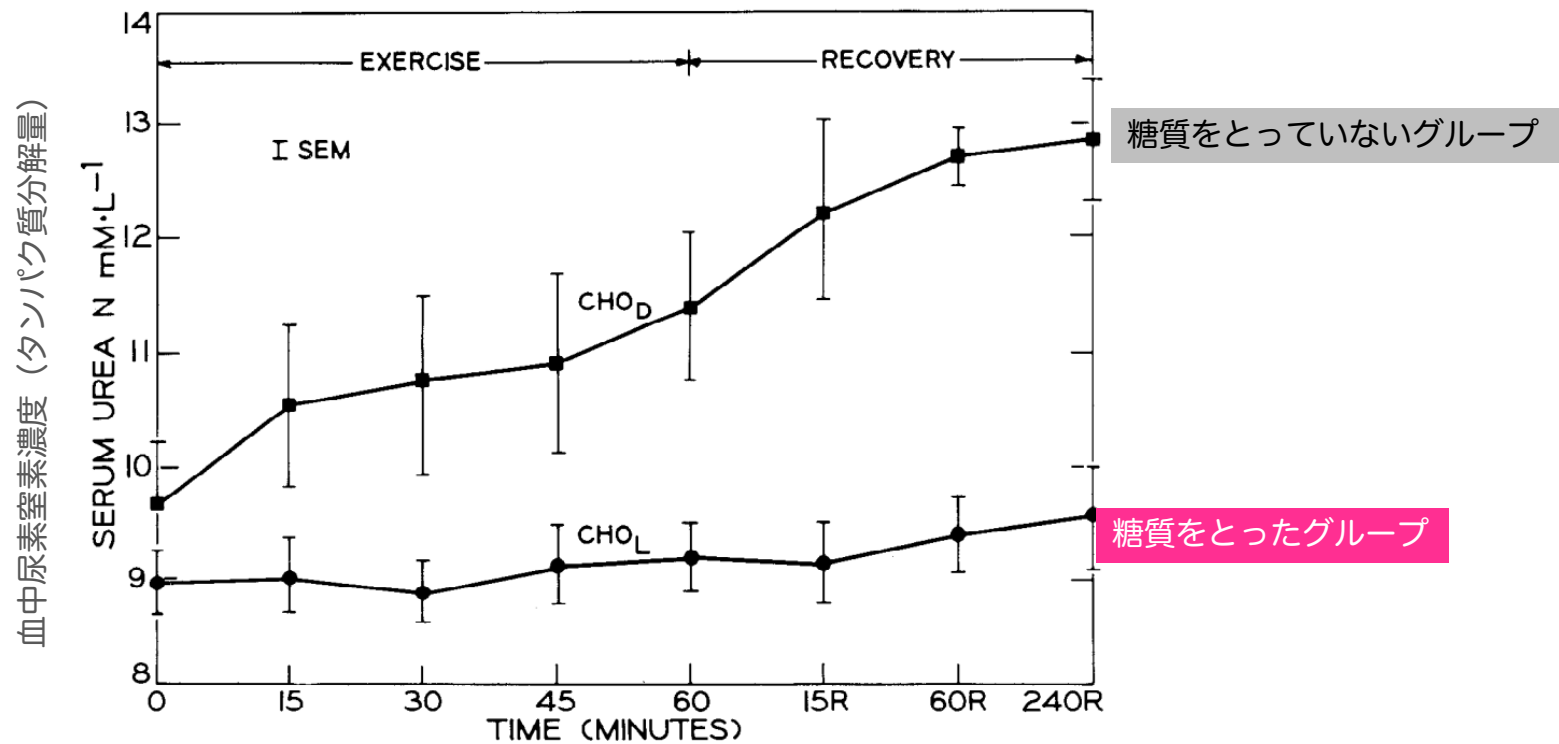
ロイシン

mTOR

シグナル伝達物質 (エムトール)
「筋肉を作れ！」スイッチが入る

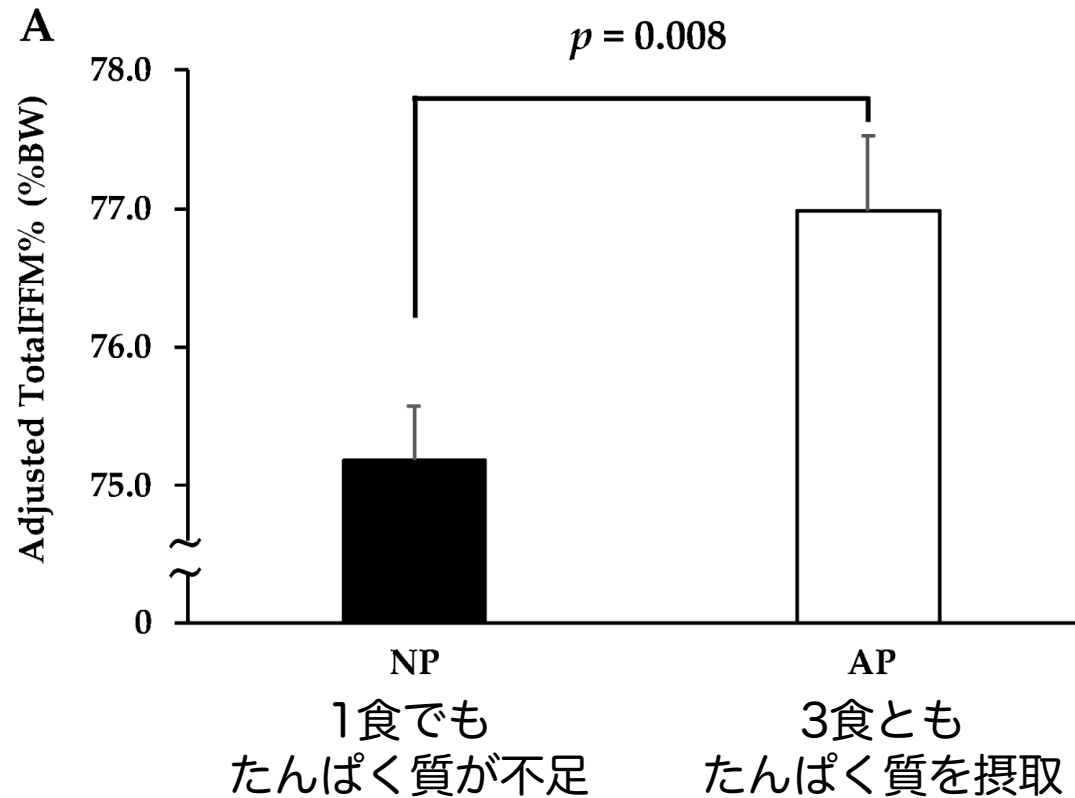
筋肉のタンパク質合成 → 筋肉が太くなる

十分に糖質を摂らないと筋肉が分解されていく



参考 : Lemon PW: Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. 1980 Apr;48(4):624-9.

朝食を抜いている人は、筋肉量が少ない



3食きちんと。朝食から十分に。

(Nutr Res. 2018 Dec;60:26-32.)



糖尿病に対する運動：①有酸素運動 + ②レジスタンス運動

表 2 有酸素運動（アメリカ糖尿病学会標準治療 2022）（文献 2 より）

1 型糖尿病患者、2 型糖尿病患者あるいは糖尿病前状態の子供や青少年は 1 日 60 分以上中等度以上あるいは強度を上げた有酸素活動を骨格筋強化とともに週 3 日以上行うべきである（推奨グレード C）。

1 型糖尿病患者（グレード C）や 2 型糖尿病患者（グレード B）の多くは 1 週間に 150 分以上の中等度から高強度の有酸素運動を、少なくとも週 3 日、行わない日が連続しないように行うべきである。週に 75 分の高強度やインターバルトレーニングといった短時間運動でも、若い者や日頃活動の多い者には十分である。

表 4 レジスタンス運動（アメリカ糖尿病学会標準治療 2022）（文献 2 より）

1 型糖尿病患者（グレード C）や 2 型糖尿病患者（グレード B）は週に 2~3 セッションのレジスタンス運動を隔日に行うべきである。

表 5 高齢者の運動療法（アメリカ糖尿病学会標準治療 2022）（文献 2 より）

安静の多い 1 型糖尿病患者（グレード E）、2 型糖尿病患者（グレード B）に対しては、安静でない時間を増やすように勧める。例えば、歩行、ヨガ、家事、庭いじり、水泳、ダンスなど。

高齢糖尿病患者には柔軟トレーニングやバランストレーニングを週 2~3 回行うことを推奨する。柔軟性や筋力やバランス能力を上げるためにヨガや太極拳も個人の好みで推奨される（グレード C）。



糖質とタンパク質
(ロイシン)

抜粋：細井ら 2022, 糖尿病の運動療法—有酸素運動か レジスタンス運動か— Exercise Therapy for Diabetic Patients

文献2: American Diabetes Association Professional Practice Committee : Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes : Standards of Medical Care in Diabetes—2022. Diabetes Care 2022 ; 45 (Suppl 1) : S60-S82

アウトライン

- ① 運動による抗糖尿病作用：骨格筋による糖とりこみ
- ② 運動による抗糖尿病作用：筋肥大
- ③ 糖尿病と運動時の血圧応答

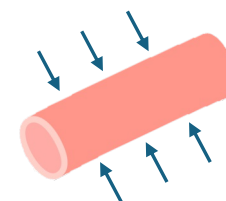
運動

筋肉へおくられる血液量が
安静時 **10~20倍!**

たくさん血液が筋肉
へ送られる



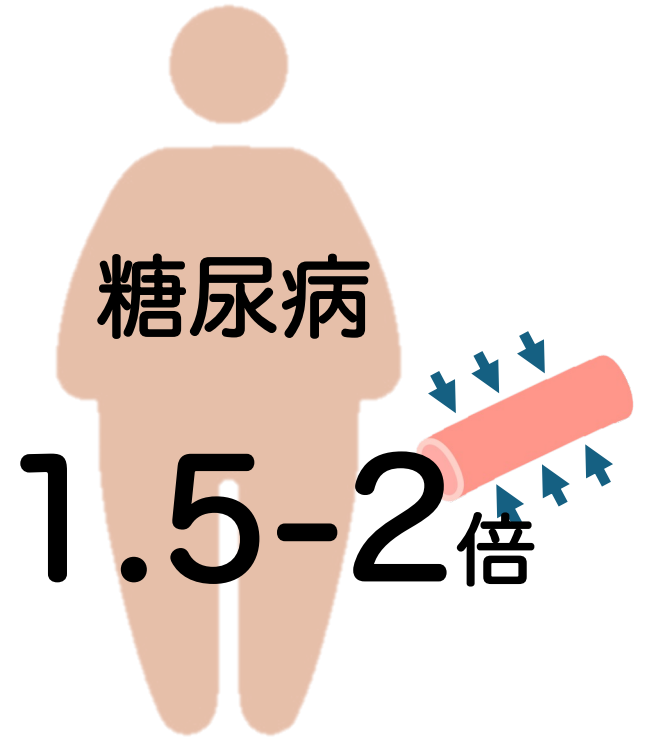
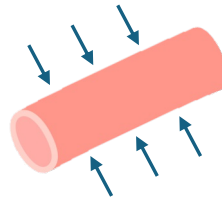
血圧があがる



糖尿病患者は運動時に血圧が健康な人よりも上がりやすい

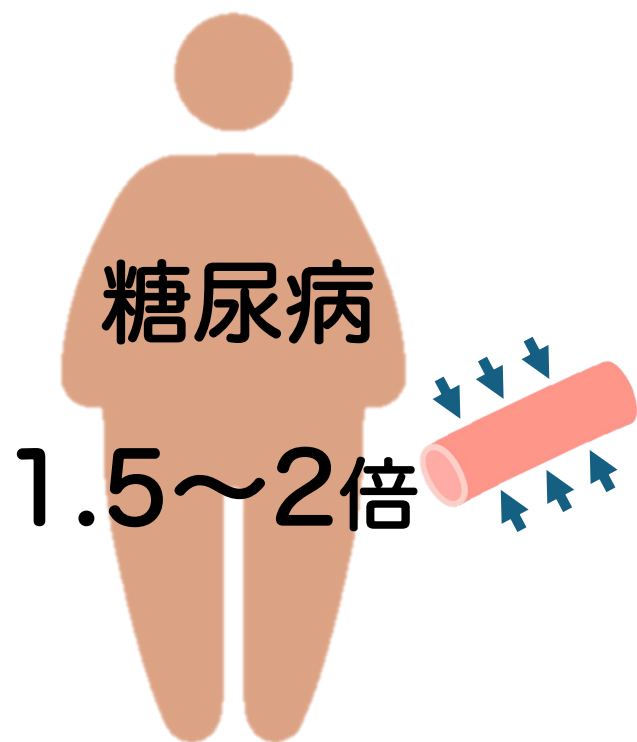


血圧があがる



(Brett et al., *Circulation* 2000)

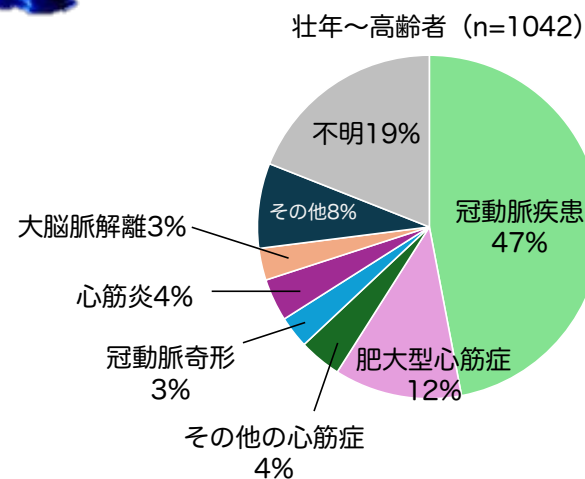
運動時の血圧があがりすぎると心血管疾患を引き起こす



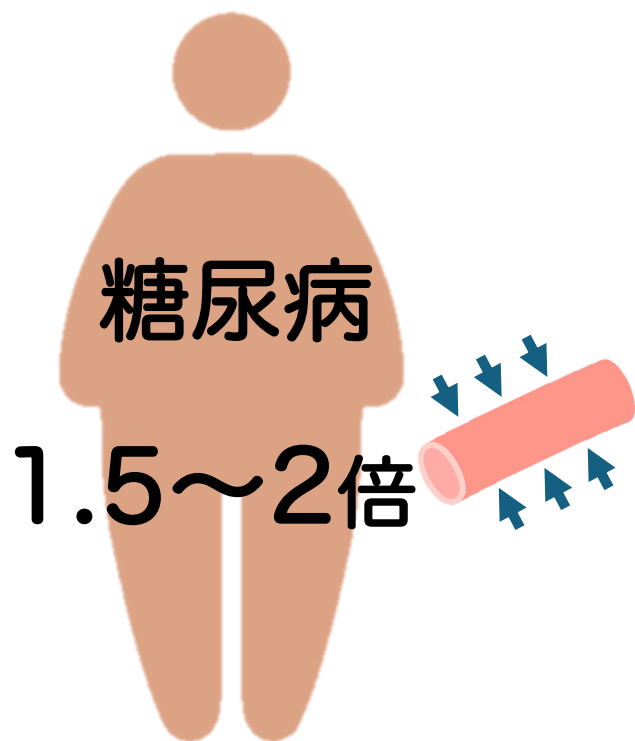
心血管疾患



運動中の突然死の原因疾患



運動時の血圧があがりすぎると心血管疾患を引き起こす



心血管疾患



高血圧

リスク 1.5~2倍

認知症



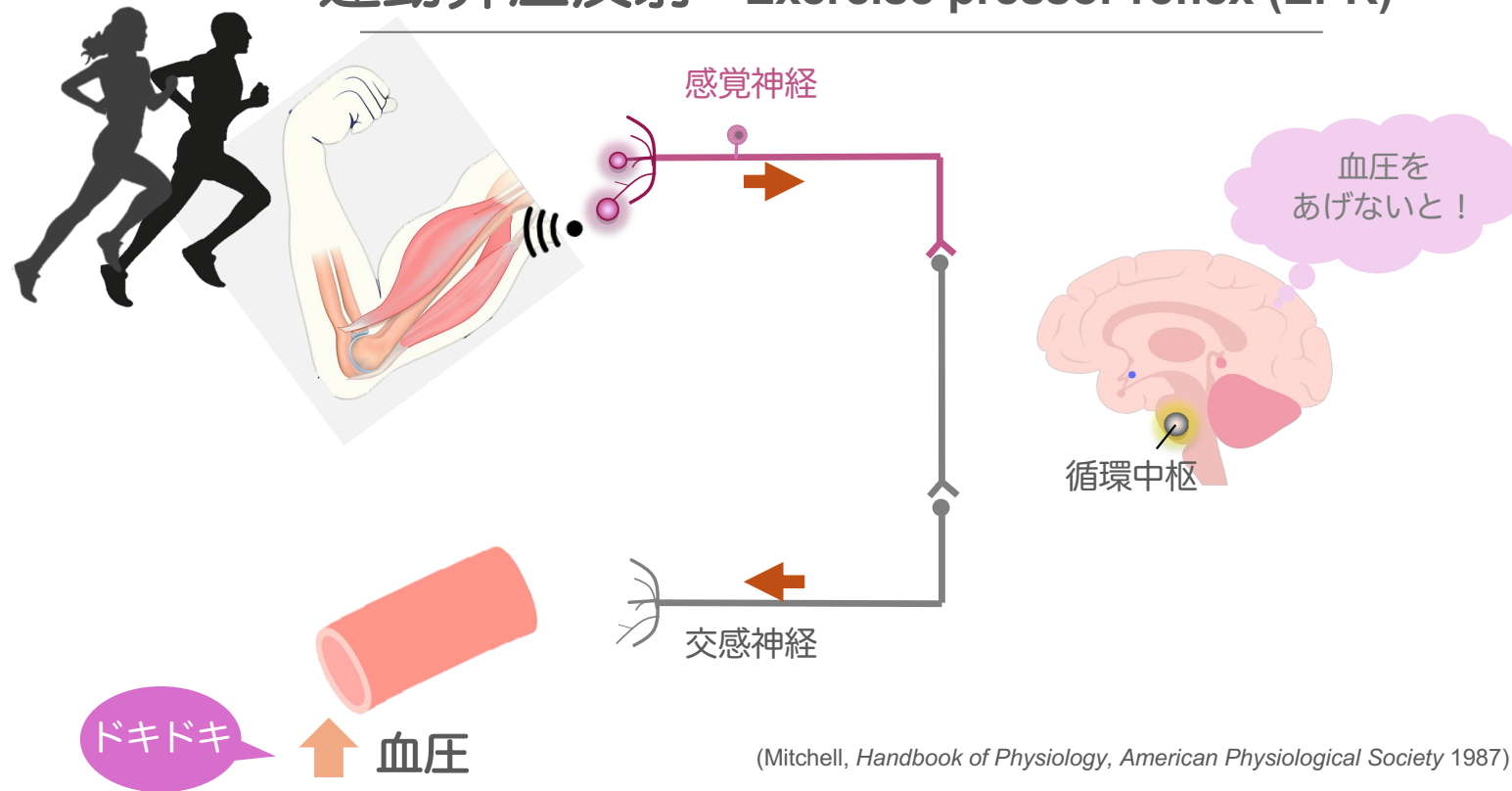
運動するときに血圧があがるしくみ

運動



運動するときには血圧があがるしくみ

運動昇圧反射：Exercise pressor reflex (EPR)



(Mitchell, *Handbook of Physiology*, American Physiological Society 1987)

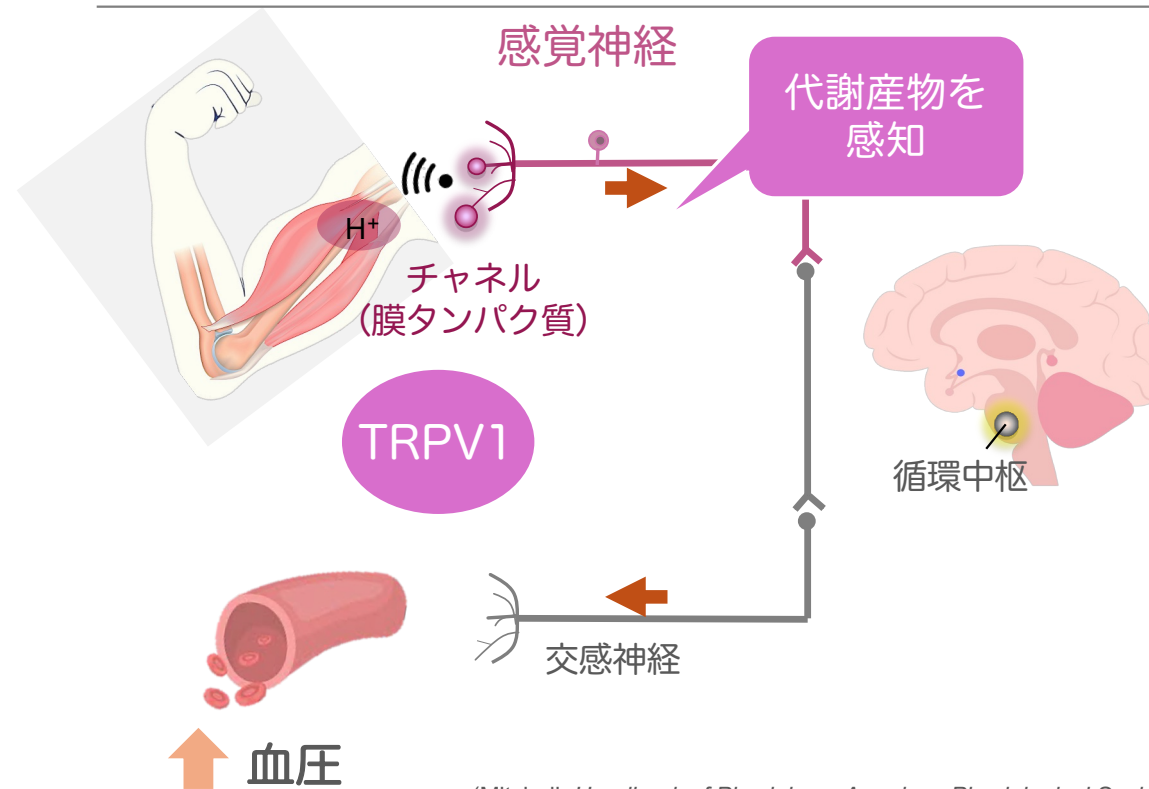
筋肉へたくさん血液 (酸素や栄養素) を送ることができる。

運動するときには血圧があがるしくみ

運動昇圧反射：Exercise pressor reflex (EPR)

筋代謝受容器反射：metaboreflex

筋機械受容器反射：mechanoreflex



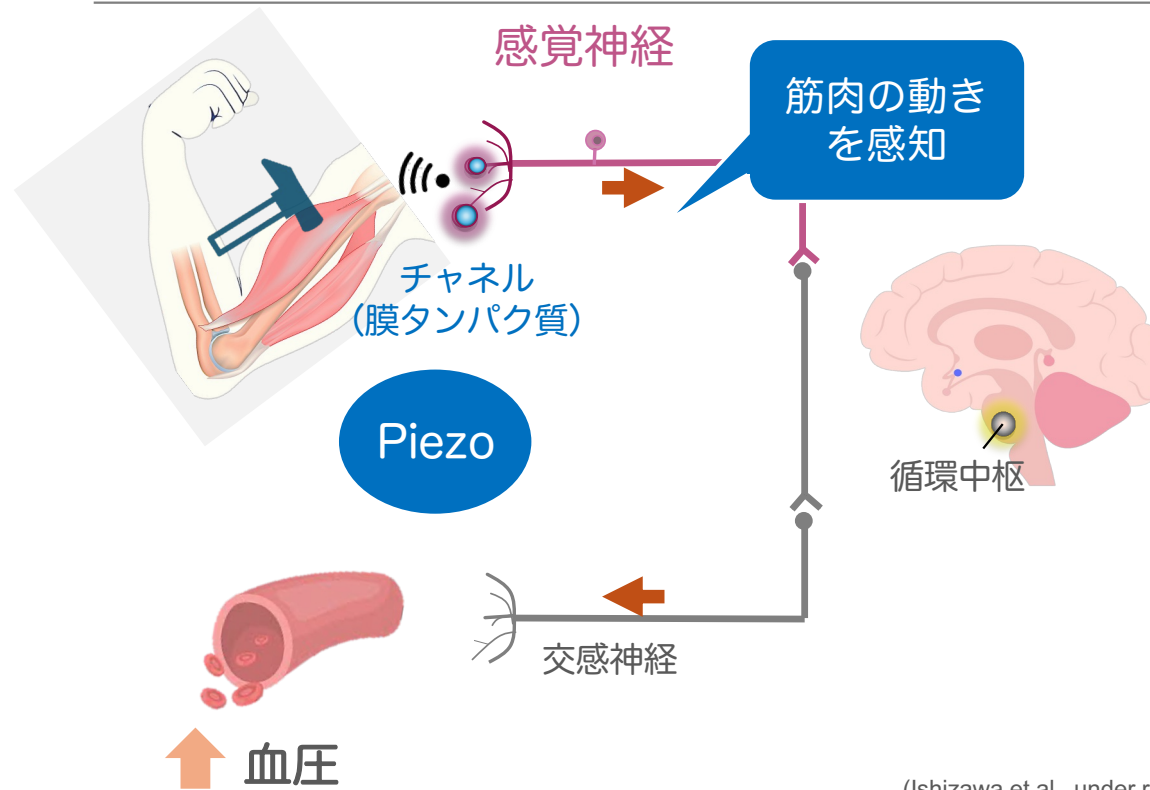
(Mitchell, *Handbook of Physiology*, American Physiological Society 1987)

運動するときに血圧があがるしくみ

運動昇圧反射：Exercise pressor reflex (EPR)

筋代謝受容器反射：metaboreflex

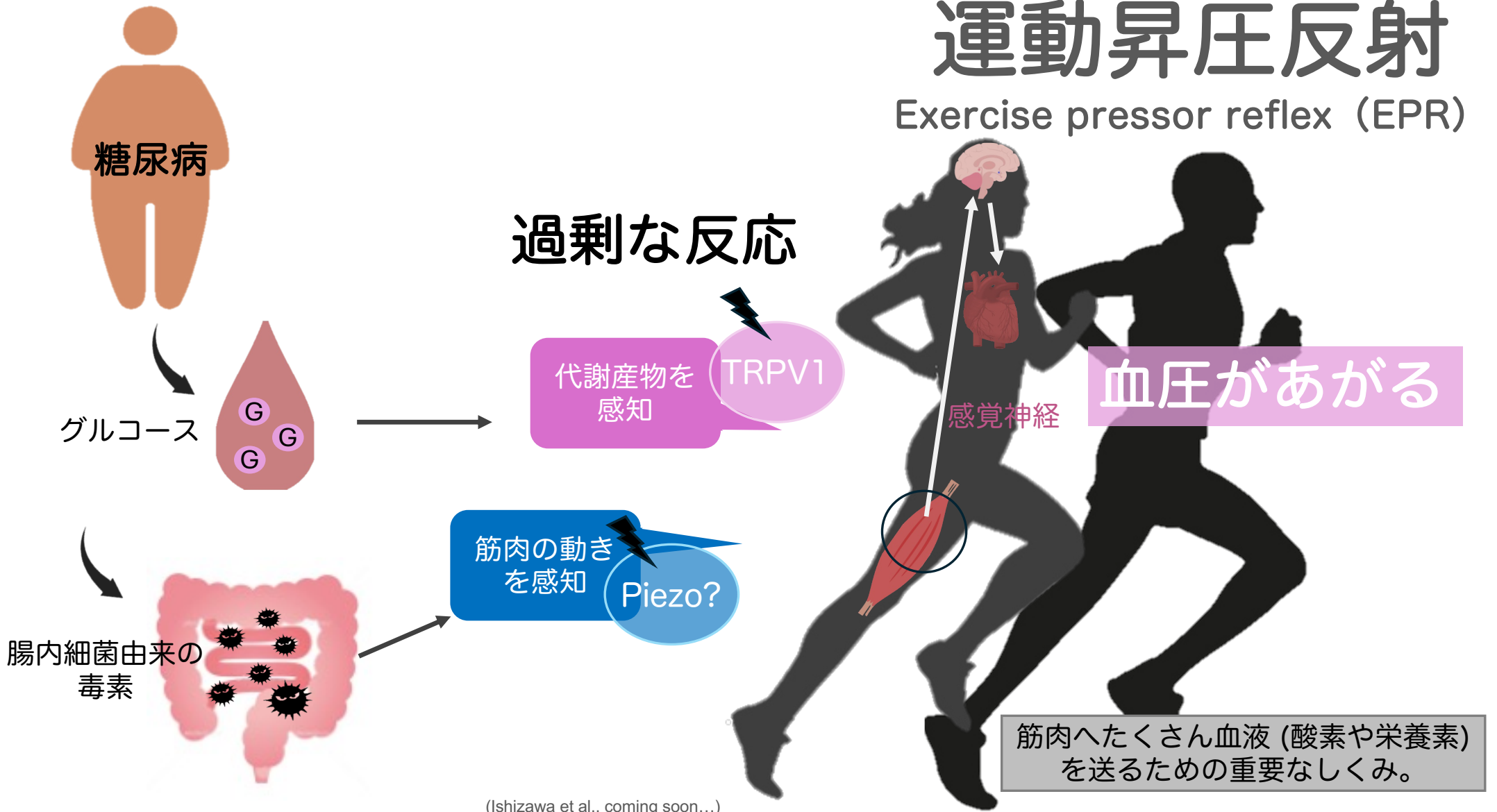
筋機械受容器反射：mechanoreflex



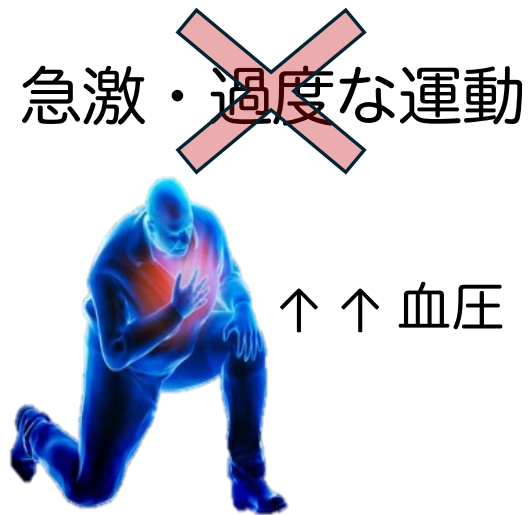
(Ishizawa et al., under review)

運動昇圧反射

Exercise pressor reflex (EPR)



糖尿病に対する運動 ①有酸素運動 + ②レジスタンス運動 + ③強度の高い運動は避ける



有酸素運動

This section features a light orange oval containing black silhouettes of two people running. Below the silhouettes, the text '有酸素運動' (Aerobic exercise) is written in black.

レジスタンス運動

This section features a light orange oval containing an illustration of a hand holding a red dumbbell. Below the illustration, the text 'レジスタンス運動' (Resistance exercise) is written in black.

