

# 高齢者の下肢位相角の低下は加齢に伴う特異的な変化なのか

## —健康寿命の延伸に向けた 効果的な介入点の検討に向けた取り組み—

本間 大介<sup>1)2)</sup> 今井 教雄<sup>3)</sup> 宮坂 大<sup>4)</sup> 大和 萌子<sup>1)</sup> 石崎 昌文<sup>1)</sup> 菅原 翼<sup>1)</sup>  
堀米 洋二<sup>3)</sup> 堂前 洋一郎<sup>4)</sup> 遠藤 直人<sup>5)</sup> 湊 泉<sup>6)</sup> 川島 寛之<sup>2)</sup>

1) 新潟万代病院 リハビリテーション科

2) 新潟大学大学院 医歯学総合研究科 機能再建医学講座 整形外科学分野

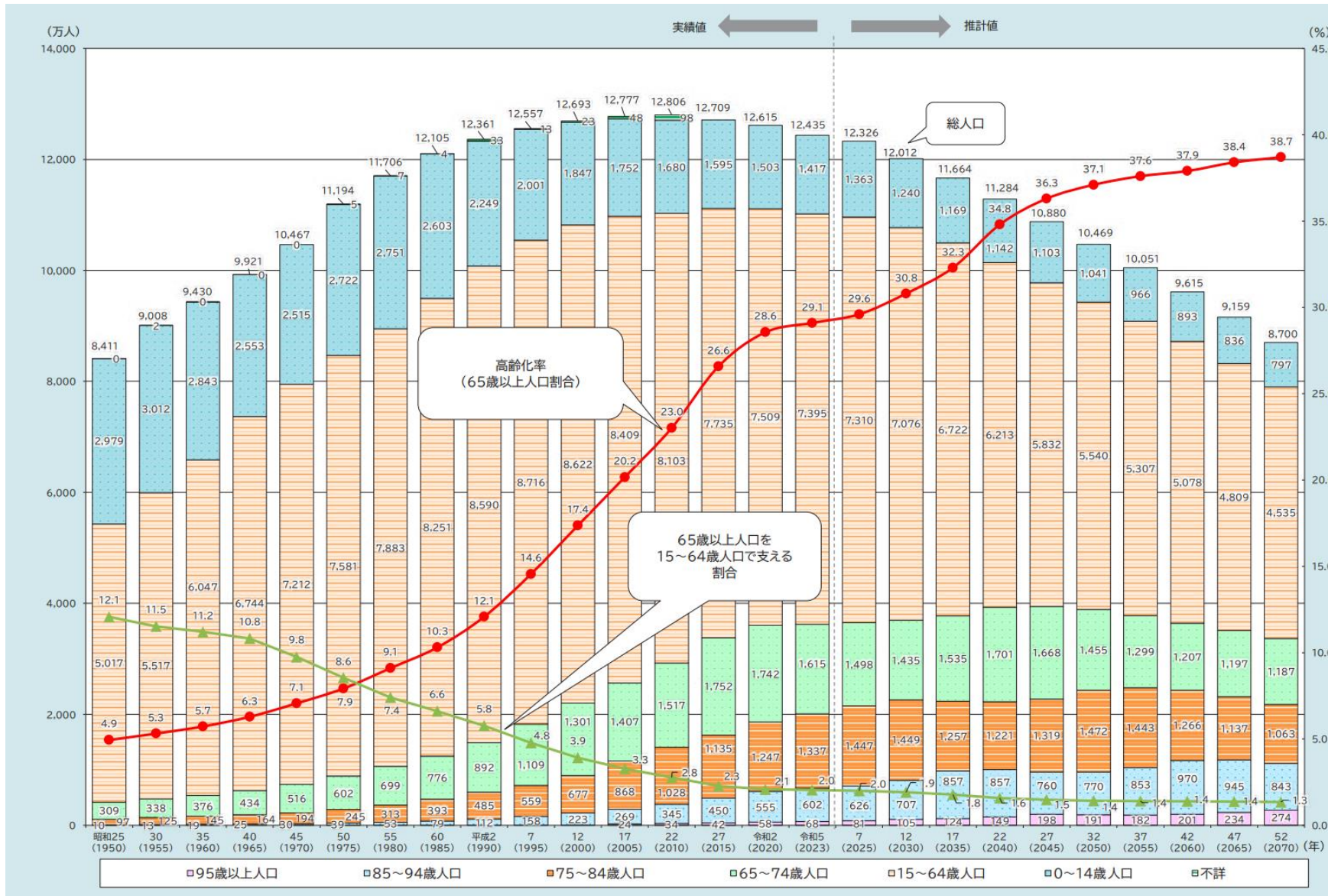
3) 新潟大学大学院 医歯学総合研究科 健康寿命延伸・運動器疾患医学講座

4) 新潟万代病院 関節再建センター

5) 燕労災病院 整形外科

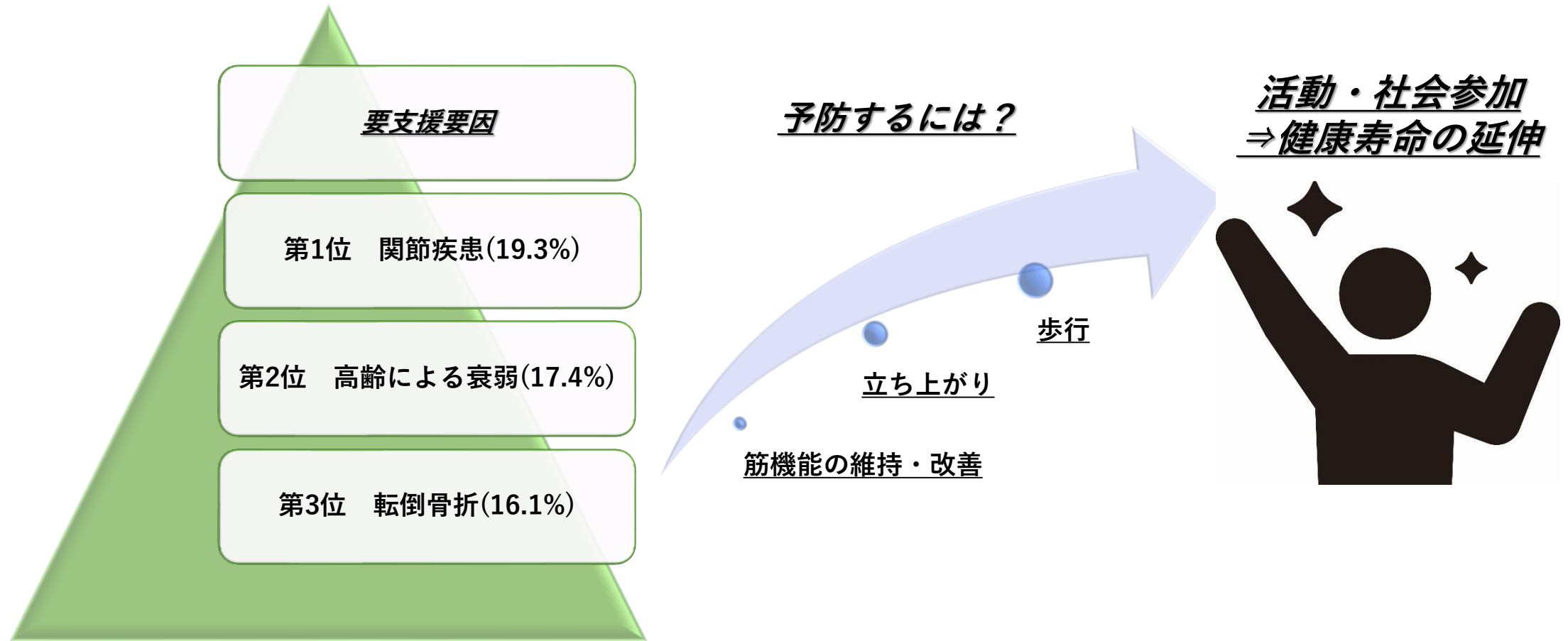
6) 新潟臨港病院 整形外科

# 背景 本邦の高齢化率



**高齢化への  
対策は重要**

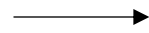
# 背景 高齢化への対策



下肢の筋機能維持・改善  
→ 立ち上がり, 歩行, 活動・社会参加に直結

# 背景 筋の客観的な評価

多周波生体電気インピーダンス(BIA)法  
筋量, 位相角(Phase Angle:PhA)を測定可能



**筋量**

面積などよりも筋力との相関あり

Fukunaga, et al. 2001



**PhA**

細胞の生理機能, 筋質を反映

Basile C, et al. 2014

**筋の量・質の観点から, 簡易的かつ客観的に評価可能**

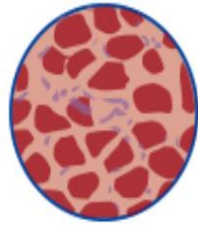
# 背景 PhAとは

筋肉の断面図 イメージ



筋繊維が密に存在  
脂肪や水分、結合組織が少ない

➡ 筋質が高い

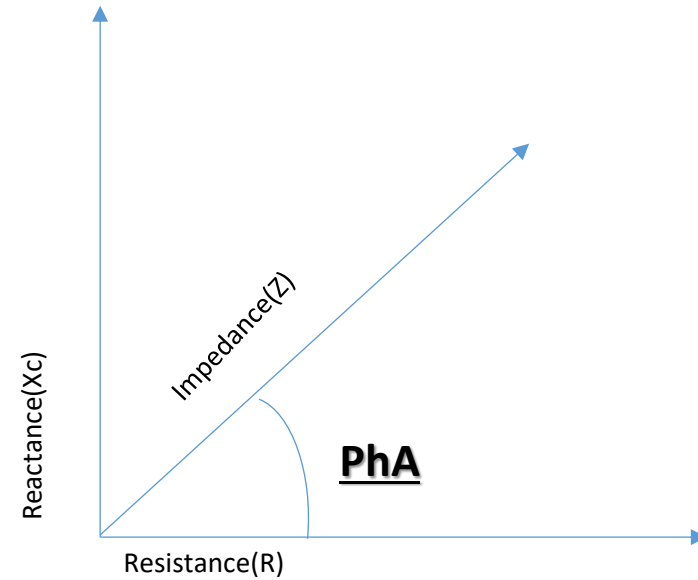


筋繊維が細い  
筋繊維以外の割合が増える

➡ 筋質が低い

TANITA ; 筋質とは [https://www.tanita.co.jp/content/innerscandual/muscle\\_quality/](https://www.tanita.co.jp/content/innerscandual/muscle_quality/)

筋の密度を反映



筋や水分等、  
組織のボリュームを反映

筋繊維が密に存在:筋質が良好→PhAが大きい

# 背景 先行研究と課題

## PhAに関する先行研究

下肢PhAは下肢筋量と比較し

- ・歩行機能, バランス機能に関係 Homma, et al. 2023
- ・ロコモティブシンドロームなどに関係 Homma, et al. 2023

我々の先行研究の対象: 高齢者

上肢PhA > 下肢PhA

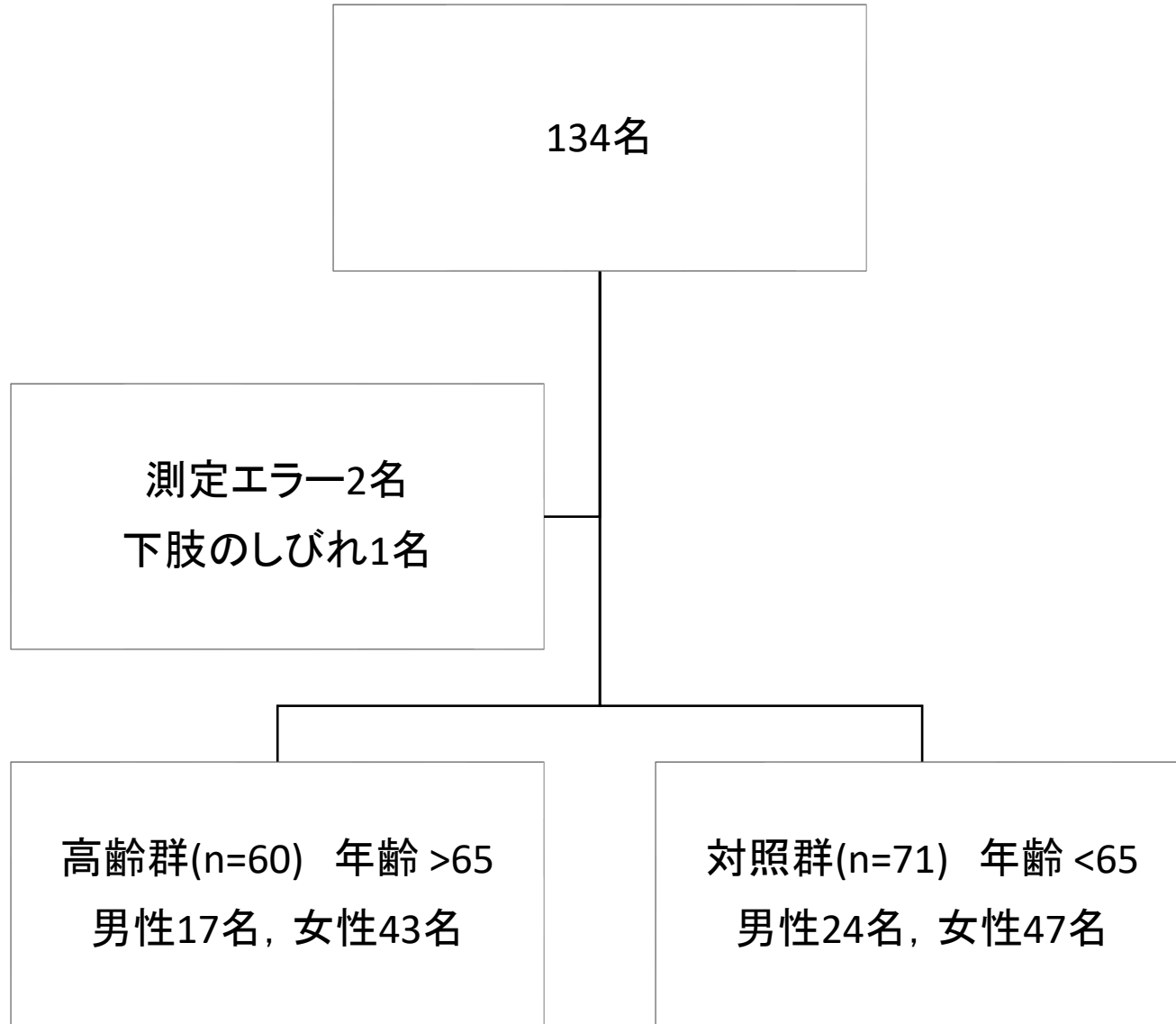
→ 下肢PhAの低下は加齢に伴う特異的な影響?

# 目的

65歳以上(高齢群)および以下(対照群)の2群における比較

- ① 下肢PhAの低下は加齢に伴う特異的な変化か？
- ② 各群のPhAと運動機能との関係の検討により、有効な評価、介入部位の検討

# 対象



## 対象条件

- 1) 歩行補助具を使用せず独歩可能
- 2) 自立した日常生活が可能
- 3) 麻痺など生活に強い影響がでる疾患に罹患していない
- 4) しびれなどの神経疾患がない
- 5) ペースメーカーを挿入していない
- 6) 日本人である



# 測定項目① 筋量, PhAの測定



・**測定方法** 生体に $90\mu A$ 以下の微弱な交流電流を通電し,  
電気抵抗値を測定. 測定周波数: 5, 50, 250kHz

・**筋量** 体重で除し正規化

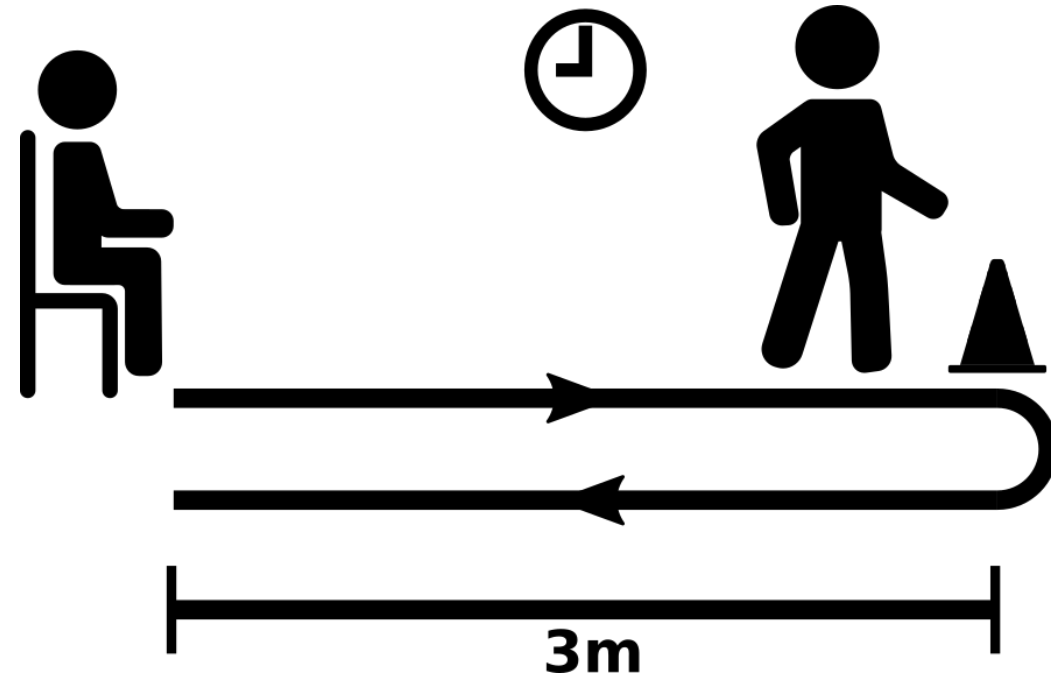
・**PhA** 50 kHz での  $X_c$  と  $R$  に基づき算出  
 $PhA(^{\circ}) = [-\text{arc tangent}(X_c/R) \times (180/\pi)]$

・**筋量, PhAの上肢に対する下肢変化率**  
→ 下肢の値/上肢の値  $\times 100$

測定機器

マルチ周波数8電極体組成計  
(TANITA, MC-780A-N)

## 測定項目② Timed Up and Go test (TUG)



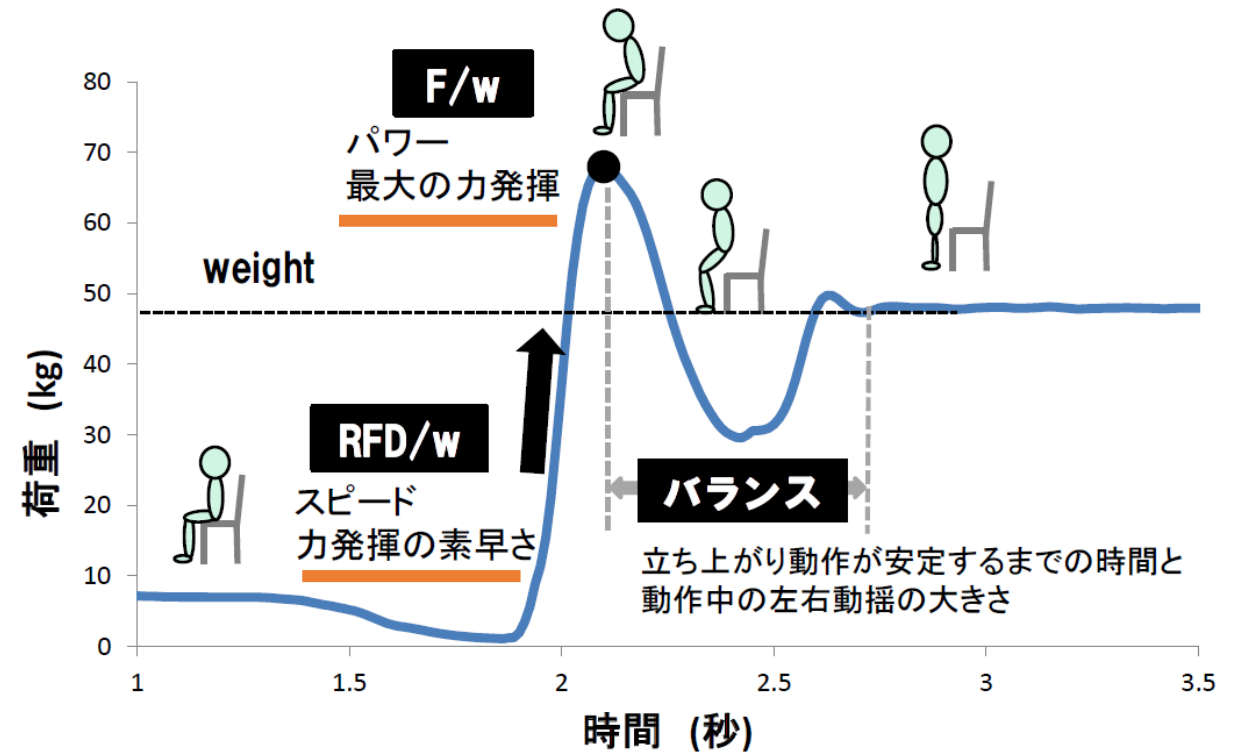
引用：<https://neurotoolkit.com/tug/>

歩行能力・バランス機能の指標  
最大努力にて、椅子から立ち上がり、3m先の目標まで歩き、  
座るまでの時間を測定。2回実施し、早い値を代表値

# 測定項目③ 立ち上がり動作時の床反力指数, 荷重



測定機器: 運動機能測定装置 (タニタ, zaRitz)



タニタ: 運動機能計測装置概要より一部改変

サンプリング: 80Hz, 0.01kgf/s・kg<sup>-1</sup>単位で記録

最大努力での立ち上がりを3回実施し, 地面反力係数としてF/w, RFD8.75/wを測定

# 測定項目④ 握力



使用機器 : T.K.K 5401

<https://www.takei-si.co.jp/products/1208/>

立位にて、利き手で2回測定し、最大値を代表値

# 統計

## 正規性の検定: Shapiro-Wilk 検定

正規分布 → 平均値 ± 標準偏差

非正規分布 → 中央値 ± 四分位範囲



### 群内比較

paired t-test

Wilcoxon signed rank test

### 運動機能との関係

Pearson correlation coefficient

Spearman's rank correlation coefficient

### 2群の比較

unpaired t-test

Mann-WhitneyのU検定

# 結果 2群の差①

	高齢群	対照群	p-value
年齢	73.7±4.5	38(27-48.75)	p<0.01
身長(cm)	157.3±7.0	163.5±8.7	p<0.01†
体重(kg)	54.9(49.8-63.5)	55.8(49.7-65.6)	0.567
全身筋量体重比(%)	66.7±7.0	70.7±7.9	p<0.01†
上肢筋量体重比(%)	6.2±0.8	6.2(5.6-7.6)	0.116
下肢筋量体重比(%)	23.9±2.8	26.9±3.5	p<0.01†

**高齢群は身長が低く、全身と下肢筋量が有意に減少**

†: unpaired t-test

No mark: Mann-Whitneyのu検定

# 結果 2群の差②

	高齢群	対照群	p-value
全身PhA(°)	5(4.7-5.5)	5.3(4.8-5.8)	0.045
上肢PhA(°)	5.1(4.8-5.6)	5.7±0.6	p<0.01
下肢PhA(°)	4.2±0.6	4.9(4.4-5.6)	p<0.01
F/w(kgf·kg <sup>-1</sup> )	1.3±0.09	1.4(1.3-1.5)	p<0.01
RFD8.75/w(kgf·kg <sup>-1</sup> )	10.9±1.7	13.2±2.6	p<0.01†
TUG (sec)	6.1(5.5-6.7)	4.8±0.7	p<0.01
握力(kg)	25.9(23.7-30.0)	27.5(23.8-37.3)	0.121

高齢群は・・・

PhA  
上肢, 下肢で低下

運動機能  
握力を除き減少

†: unpaired t-test

No mark: Mann-Whitneyのu検定

# 結果 筋量, PhAの差

高齢群                  上肢                  下肢                  *p*-value

筋量(%)                  6.2±0.8                  23.9±2.8                  *p*<0.01†

PhA(°)                  5.1(4.8-5.6)                  4.2±0.6                  *p*<0.01

対照群                  上肢                  下肢                  *p*-value

筋量(%)                  6.2(5.6-7.6)                  26.9±3.5                  *p*<0.01

PhA(°)                  5.7±0.6                  4.9(4.4-5.6)                  *p*<0.01

高齢群と対照群ともに同一傾向

筋量 → 上肢 < 下肢  
PhA → 上肢 > 下肢

†:Paired t-test

no mark:Wilcoxon signed rank test



# 結果 筋量, PhAの差

変化率 (下肢/上肢)	高齢群	対照群	p-value
下肢筋量/上肢筋量(%)	384.2±28.1	414.8±36.3	p<0.01†
下肢PhA/上肢PhA(%)	80.6±8.1	88.7±10.0	p<0.01

高齢群

上肢に対する下肢の筋量・PhAの減少率が有意に大きい

†: Paired t-test

no mark: Wilcoxon signed rank test

# 結果 高齢群 運動機能と筋量, PhAの関係

高齢群		F/w	RFD/w	TUG	握力
全身筋量体重比	r	0.293	0.151	-0.113	0.249
	p	0.023†	0.247†	0.388	0.054
上肢筋量体重比	r	0.313	0.109	-0.139	0.364
	p	0.014†	0.405†	0.287	p<0.01
下肢筋量体重比	r	0.328	0.211	-0.200	0.262
	p	0.010†	0.104†	0.124	0.043
全身PhA	r	0.232	0.041	-0.010	0.618
	p	0.073	0.753	0.936	p<0.01
上肢PhA	r	0.271	0.098	-0.053	0.672
	p	0.035	0.454	0.684	p<0.01
下肢PhA	r	0.445	0.300	-0.277	0.493
	p	p<0.01†	p<0.01†	0.031	p<0.01

**下肢PhAが**  
**全ての運動機能と関係**

†:Pearson

no mark:Spearman's rank correlation coefficient

# 結果 対照群 運動機能と筋量, PhAの関係

対照群		F/w	RFD/w	TUG	握力
全身筋量体重比	r	0.654	0.542	-0.370	0.440
	p	p<0.01†	p<0.01†	p<0.01†	p<0.01
上肢筋量体重比	r	0.592	0.452	-0.177	0.512
	p	p<0.01	p<0.01	0.139	p<0.01
下肢筋量体重比	r	0.650	0.553	-0.412	0.437
	p	p<0.01†	p<0.01†	p<0.01†	p<0.01
全身PhA	r	0.631	0.591	-0.354	0.665
	p	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01
上肢PhA	r	0.643	0.585	-0.325	0.648
	p	p<0.01†	p<0.01†	p<0.01†	p<0.01
下肢PhA	r	0.693	0.718	-0.563	0.705
	p	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01

ほぼすべての項目が  
運動機能と関係

下肢PhA  
最も相関係数 大きい

†:Pearson

no mark:Spearman's rank correlation coefficient

# 考察① 上肢と下肢の筋量・PhAの関係性

年齢問わず，筋量，PhAの値の関係性は同一傾向

筋量 → 上肢 < 下肢

PhA → 上肢 > 下肢

筋量：身体構造を考えれば妥当

PhA：対象群もプレフレイル，高齢者を対象と先行研究と同様の結果

Homma, et al. 2023

研究目的① 下肢PhAの低下は加齢に伴う特異的な変化？

→ 高齢群のみの特徴ではなく，若年者にも該当

# 考察② 加齢による筋量・PhAの変化

## 加齢による変化

下肢の筋量, PhAの減少が加速

### 筋量

- ・50歳までにおよそ10%筋量減少

Lexell et al. 1988

- ・70～80歳代は年間0.7～0.8%の下肢筋量減少

Koster et al. 2011

### 筋力

- ・上肢よりも下肢で減少率が高い

Landers et al. 2001; Amaral et al. 2014

- ・筋力の低下は筋萎縮の3倍の速度  
→ 筋量以外の要素は？

Goodpaster et al. 2006; Koster et al. 2011

## 本研究結果

- ・下肢筋量の変化: 先行研究を支持

- ・PhAの変化: 筋質を反映

→ 筋力の低下を筋量以外の要素として裏付ける知見か

# 考察③ PhAと運動機能の関係

高齢者の下肢PhAは最も多くの運動機能に関係  
→ BIAで測定する指標: 下肢PhAに着目

BIA法: 簡易的・客観的に筋量, 質を反映するPhAを評価可能  
多くの先行研究 → 全身の値を指標

## 本研究結果

高齢群: 下肢PhAが全ての運動機能と関係  
対象群: 下肢PhAが最も大きな相関

研究目的② BIA法で得られる効果的な介入点は??

→ 下肢PhAが高齢群, 対象群ともに有効な評価・介入部位の可能性



# 考察 今後

## 下肢PhAは有効な評価・介入部位の可能性

男女の特性は？  
PhA:男性 > 女性

①対象者数を増やし、  
性別による違いを検討

他の運動機能との関係は？

②上肢の運動機能は握力のみ  
他の機能との検討も必要

PhAの改善に向けた介入研究へ

