

健康運動実践指導士の資格試験対策スライド

第2章 運動生理学

運動生理学

身体機能のメカニズムと運動への適応

2026年試験対策特別委員会

運動生理学の全体像と4つの学習ピラー



運動の基礎 メカニズム

- 神経からの指令
- 筋繊維の特性
- エネルギー供給



運動時の 生体反応

- 呼吸循環系の変化
- 酸素摂取とEPOC
- 体液と免疫



トレーニング 適応

- 骨格筋の肥大
- 心機能の効率化
(スポーツ心臓)
- 血管の適応



発育・加齢と 体力

- 成長期の発達
- 加齢とサルコペニア
- 遺伝と後天的要因

運動の発現：神経の「最短ルート」と「複雑ルート」

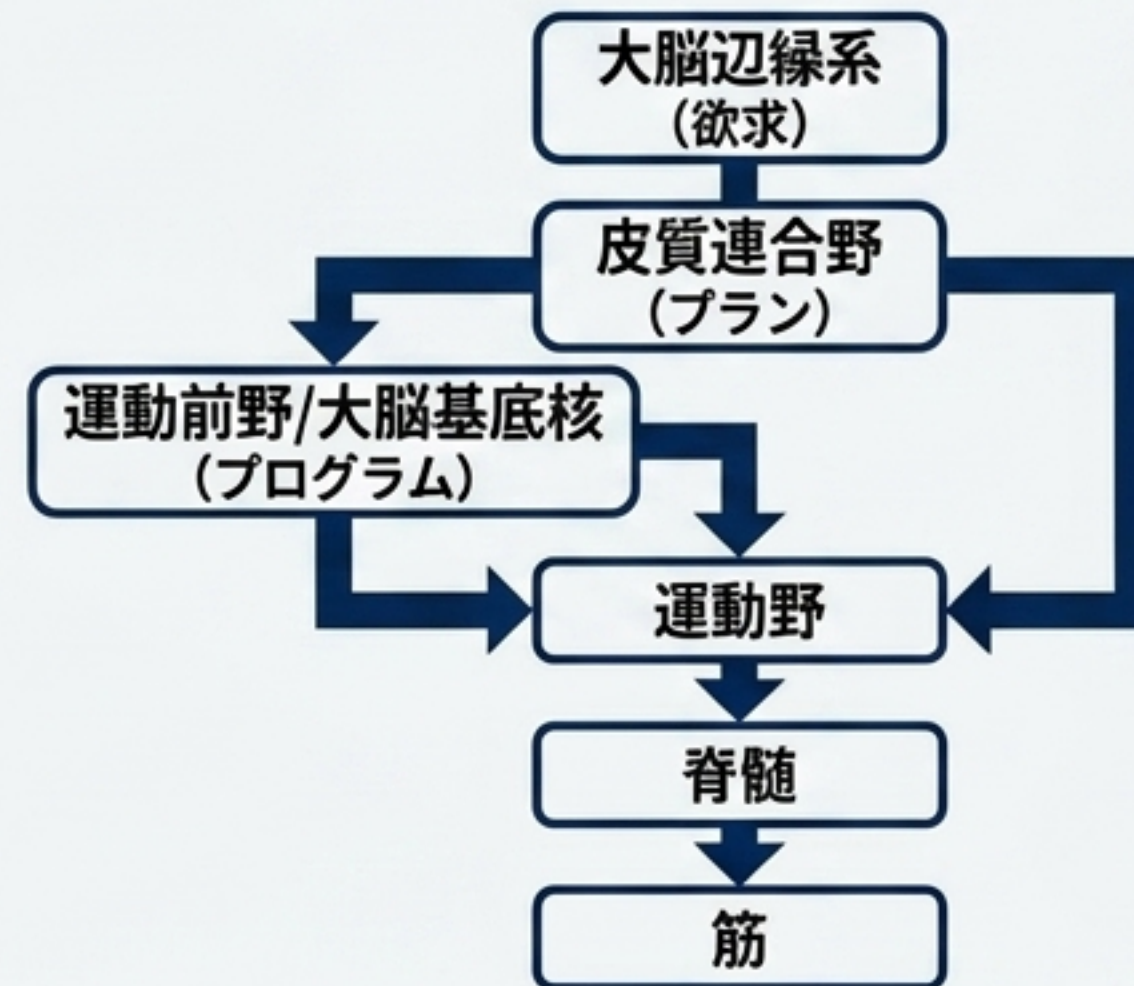
不随意運動 / 反射

無意識・最短経路（反射弓）



随意運動

目的意識を伴う複雑な経路



運動単位 (Motor Unit)

「1つの α 運動ニューロン」 + 「支配される筋線維群」。
大きな力を出すには、動員される運動単位の数と放電頻度を増やす。



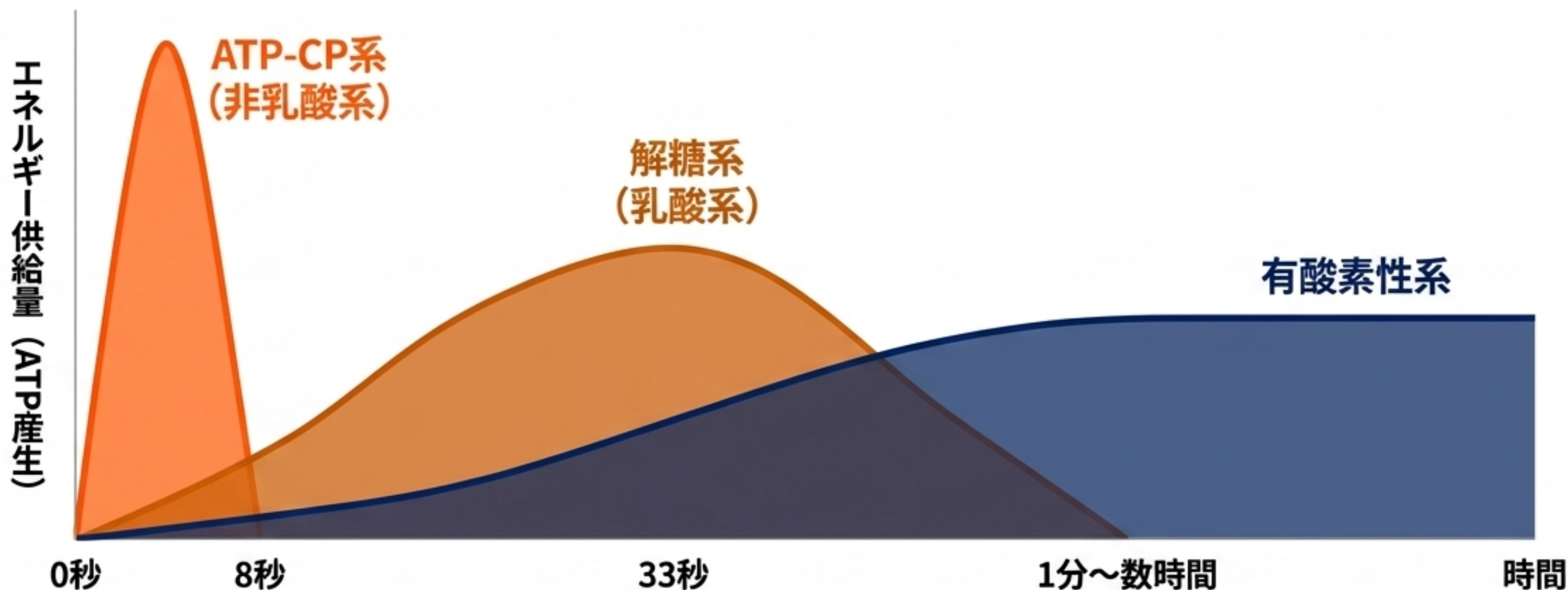
筋線維の特性比較：遅筋と速筋の機能的差異

	遅筋 (タイプI / SO / 赤筋)	中間筋 (タイプIIA / FOG / ピンク筋)	速筋 (タイプIIB / FG / 白筋)
収縮速度	遅い	速い	速い
疲労耐性	高い	中程度	低い
主な代謝	有酸素性	有酸素・無酸素	無酸素性 (解糖系)
適した運動	持久力 (マラソン)	中距離走	瞬発力 (短距離走)
特徴	ミトコンドリア・ ミオグロビン豊富	両方の特性を持つ	グリコーゲン豊富

Exam Highlight Box

赤筋は酸素を使うため疲れにくい(遅筋)、
白筋は糖を爆発的に使うためすぐ疲れる(速筋)と覚える！

3つのエネルギー供給機構と稼働時間のタイムライン



ATP-CP系

無酸素 / CPの分解
約8秒間の全力運動
(ハイパワー)

解糖系

無酸素 / 糖質の分解 (乳酸産生)
約33秒間の高強度運動
(ミドルパワー)

有酸素系

有酸素 / ミトコンドリア内で分解
長時間持続 (ローパワー)
ATP産生量最大(38モル)

Exam Highlight Box

ATP-CP系=約8秒、解糖系=約33秒。有酸素系が最もATP産生量が多い(38モル)。

筋の収縮様式と最大張力を生む要因

短縮性収縮 (Concentric)



筋が縮みながら力を出す

等尺性収縮 (Isometric)



筋の長さが変わらない

伸張性収縮 (Eccentric)



筋が伸ばされながら力を出す

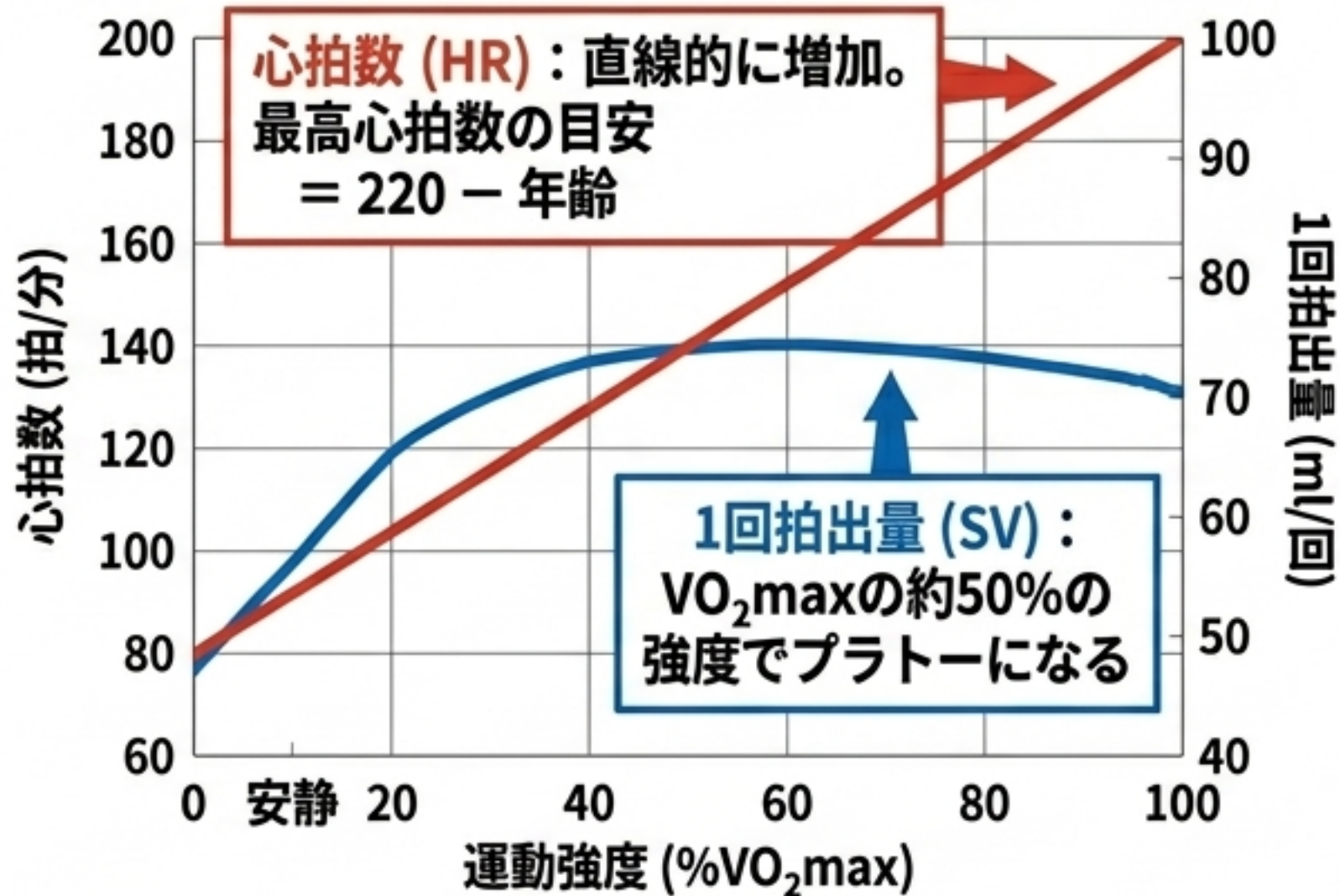
筋力を決定する主な要因

- 筋横断面積：
筋肉の太さに比例する (固有筋力)。
- 神経的要因：
運動単位の動員数と放電頻度。
- 関節角度：
テコの原理により、特定の角度(例：肘関節80度付近)で最大になる。

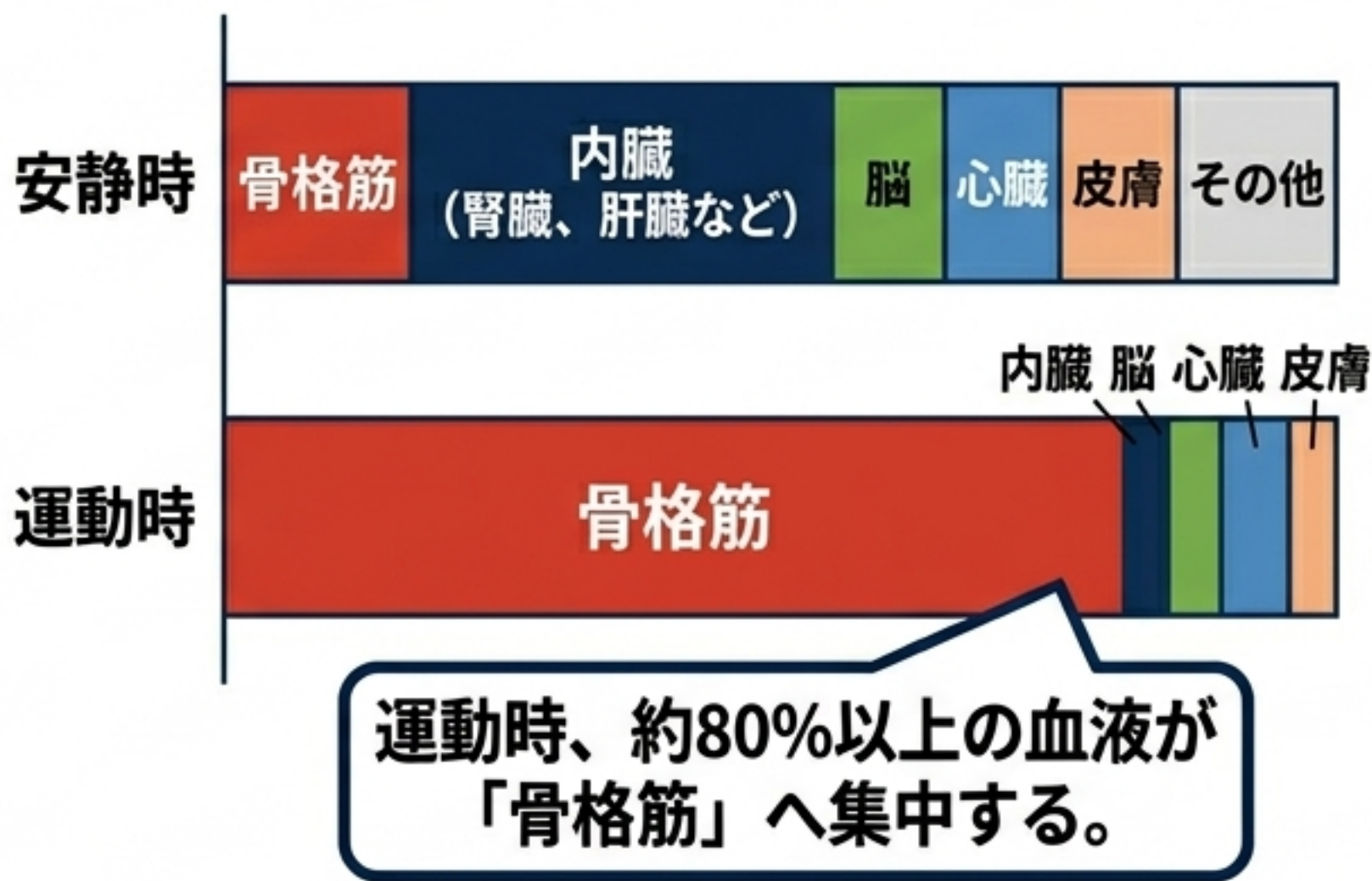
**最も大きな張力を発揮するのは
伸張性収縮 (Eccentric) ！**

運動時の心拍出量動態と血流配分の劇的変化

心拍出量 (HR×SV)



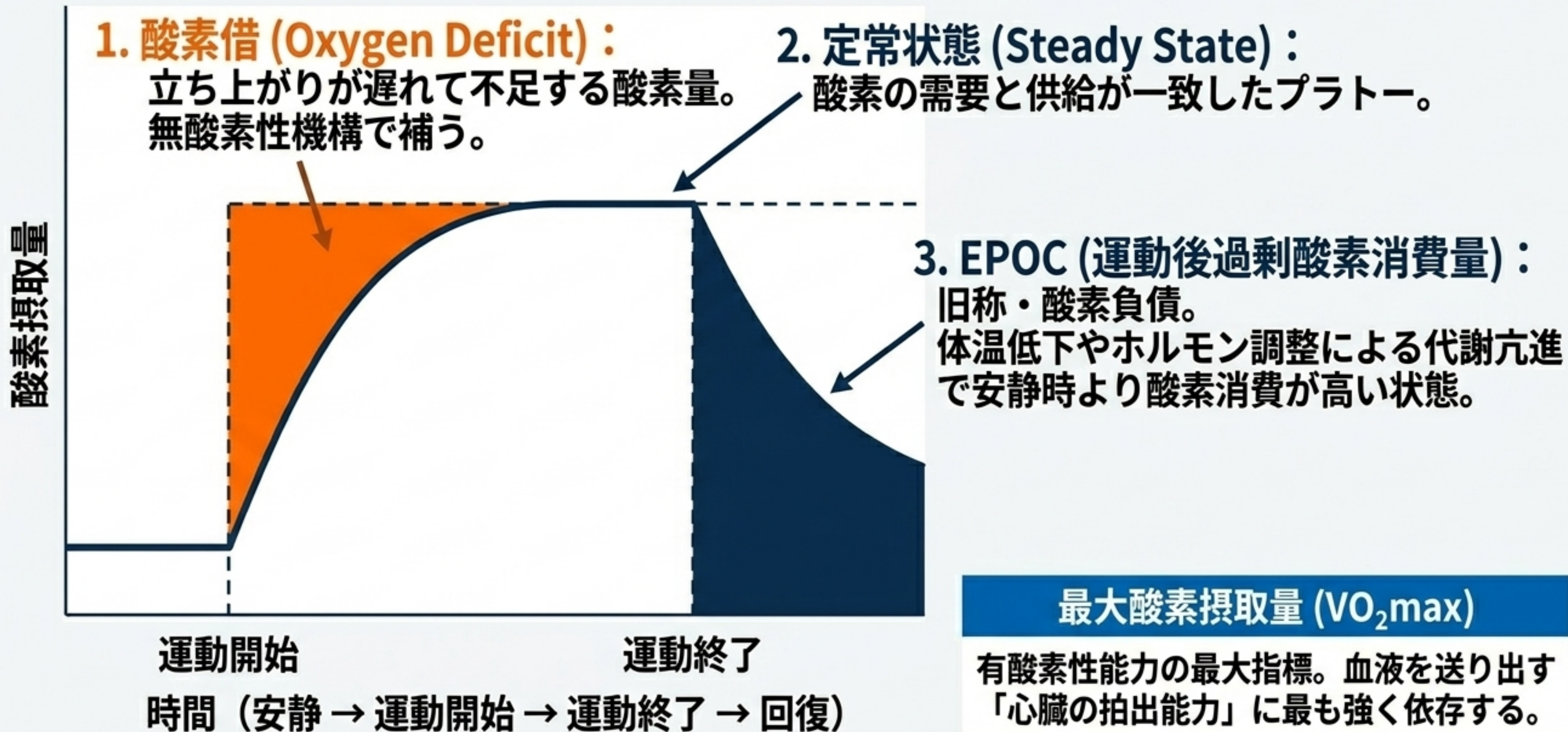
血流配分シフト



**無酸素性作業閾値
(AT / VT)**

運動強度が上がり、乳酸と換気量が急増するポイント。
高齢者等の「安全な運動処方の上限指標」となる。

酸素摂取量の動態：酸素借からEPOC(運動後過剰酸素消費量)へ



継続的トレーニングがもたらす3つのシステム適応

1. 骨格筋の適応

神経系の改善
(初期・数週間)

休んでいた
筋線維の動員

筋線維の肥大
(数ヶ月後)

※筋力増加は最初「神経」から起きる。

2. 心臓の適応

心室腔の拡大・
心筋肥大
(スポーツ心臓)

1回拍出量の
大幅増

安静時
心拍数の減少
(徐脈)

3. 血管の適応

活動筋の毛細血管
密度の増加

血流の抵抗
が減少

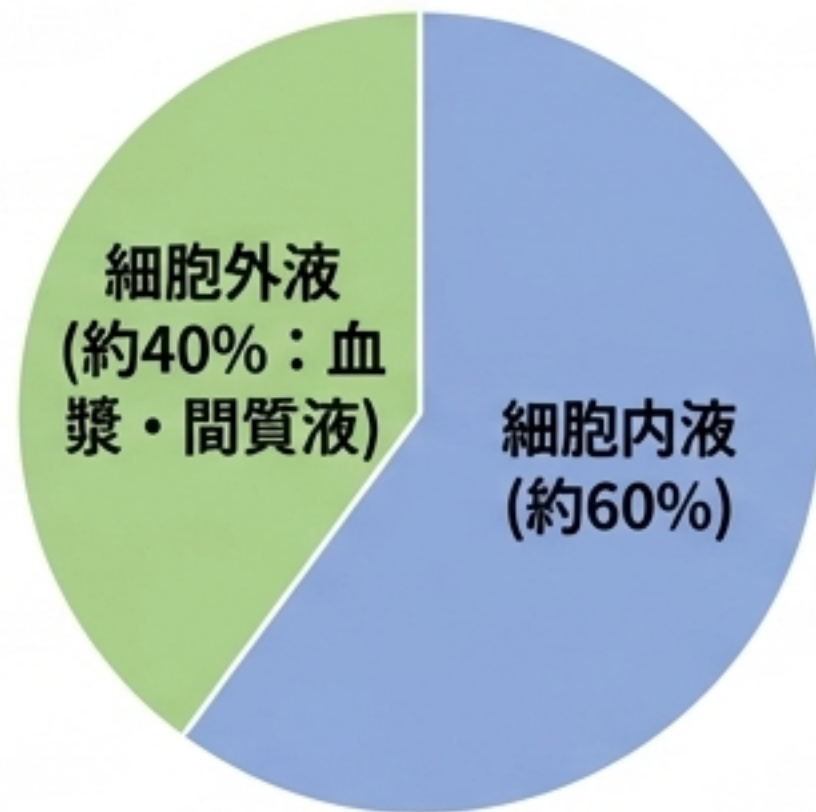
血圧低下の誘発

※生活習慣病(高血圧)の改善に直結。

体液の構成割合と激しい運動後の「オープンウィンドウ」

体液の構成と体温調節

体液の構成 (Body Fluid Composition)



発汗の役割：運動時の体温上昇を防ぐ。喪失しすぎると電解質異常・熱中症を招くため水分補給が必須。

免疫系への影響

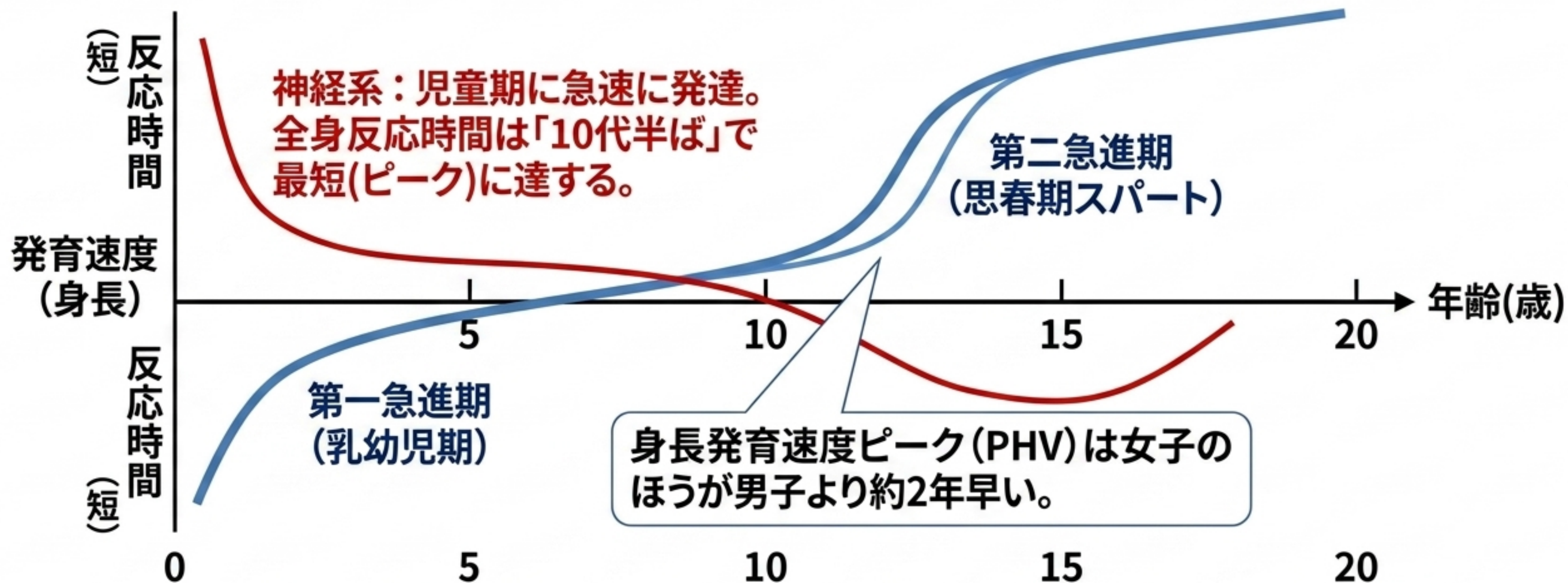


適度な運動：
免疫機能を高める。



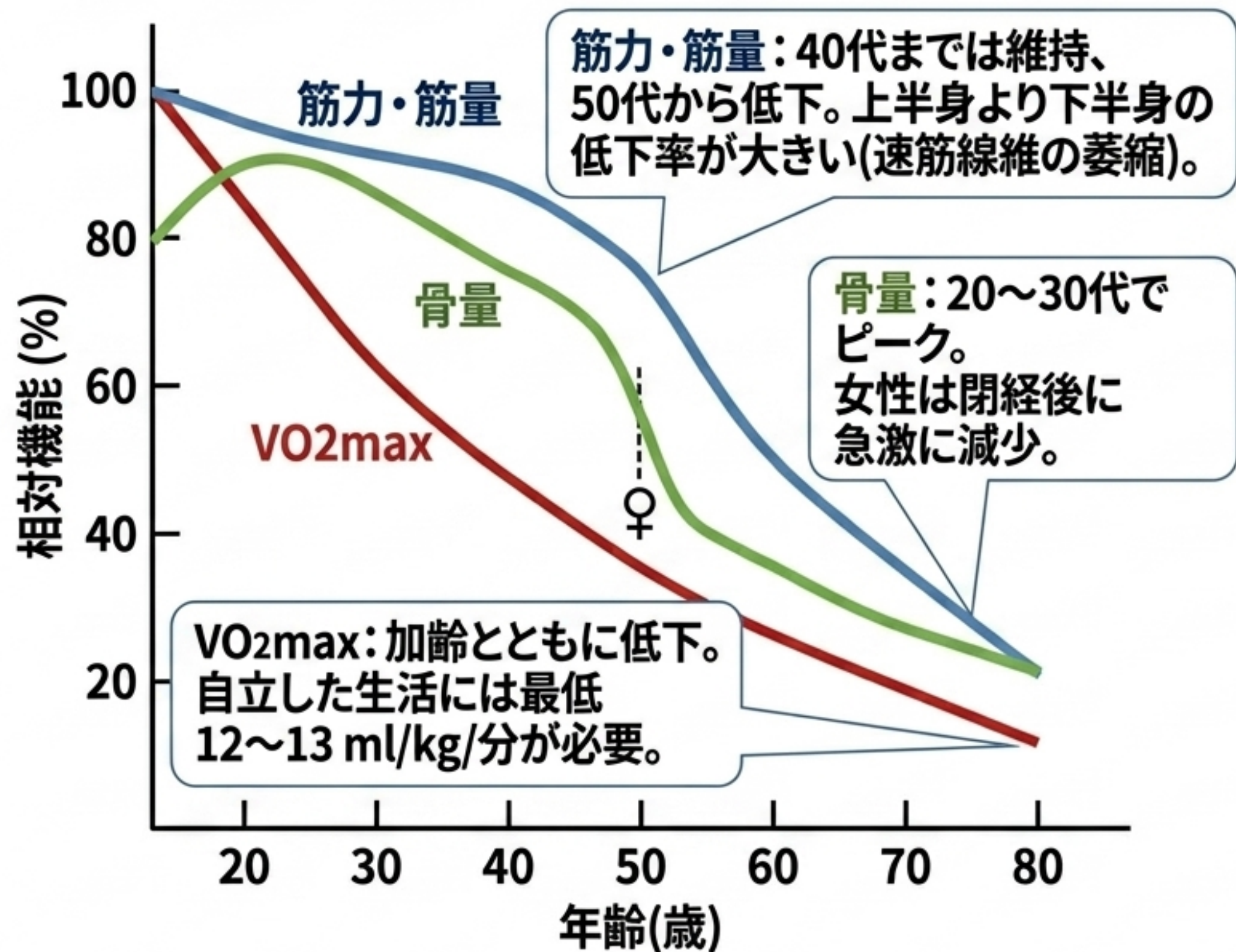
激しい運動(フルマラソン等)：
運動直後にNK細胞や
免疫グロブリンが急減。
感染症リスクが一時的に
高まる魔の時間を「**オープンウィンドウ**」と呼ぶ。

発育・発達：2回の発育急進期と神経系の早期成熟



最大酸素摂取量：12～15歳頃で著しく増加。13歳以降でテストステロン等の影響により男女差が顕著に。

加齢に伴う機能低下と「サルコペニア」の連鎖

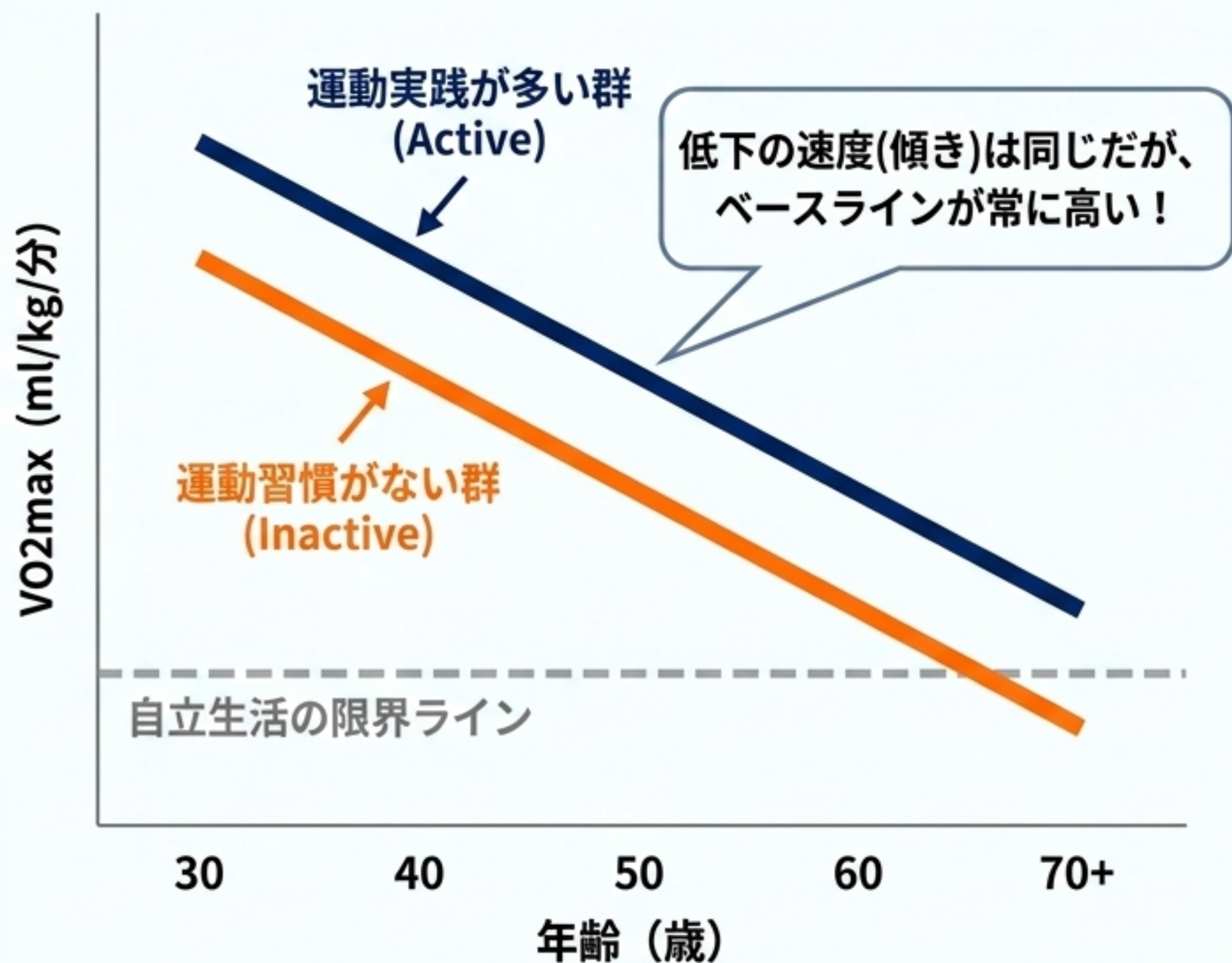


サルコペニア (Sarcopenia)

加齢に伴う「骨格筋量の低下」+「身体機能(歩行速度や握力)の低下」。
放置すると、転倒・骨折リスクが増大し、「フレイル(虚弱状態)」へ移行する重大な要因となる。



先天的要因(遺伝)と後天的要因(運動)が体力に及ぼす影響



遺伝率 (先天的要因)

最大酸素摂取量：44～68% / 筋力関連：48～56%

遺伝と環境の影響割合は「ほぼ同等」。

運動実践 (後天的要因) の効果

- 日常の運動実施量が多いほど、どの年代でも体力のベースラインが高い。
- 運動習慣があっても加齢による「低下の速度」は変わらないが、高いレベルを維持できるため生活習慣病予防やQOL維持に直結する。

【総括】 運動生理学 全体概念マップ

[INPUT: 運動の開始]

神経系の指令 (随意/反射) → 筋収縮 (等尺/短縮/伸張) & エネルギー産生 (ATP-CP/解糖/有酸素)

引き起こす

[ACUTE RESPONSE: 一過性の反応]

HR/SV上昇、血流の骨格筋集中、酸素借～EPOC、発汗・オープンウィンドウ

繰り返すことで

[CHRONIC ADAPTATION: 継続的な適応]

筋肥大、スポーツ心臓(安静時HR低下)、毛細血管増加(血圧低下)

[LIFESPAN CONTEXT: 生涯を通じた変化]

遺伝的要因(約50%)をベースに、発育期の急進を経て、加齢による低下(サルコペニア)を「後天的な運動習慣」で相殺・維持する。

第2章 運動生理学 最重要ポイント&確認問題

最重要ポイント10選

1. 反射は感覚器→反射中枢→効果器の最短経路。
2. 遅筋は有酸素性代謝・疲労耐性高、速筋は無酸素性・収縮速度速。
3. ATP-CP系は約8秒、解糖系は約33秒、有酸素系は長時間稼働。
4. 筋力は「伸張性収縮(Eccentric)」時が最大。
5. VO2max約50%強度で1回拍出量はプラトーに達する。
6. AT(無酸素性作業閾値)は高齢者の運動強度の安全な上限指標。
7. 持久トレーニングで安静時心拍数は減少(徐脈化)する。
8. 激しい運動後は免疫力が一時低下する(オープンウインドウ)。
9. 神経系の発達ピークは児童期、下半身の筋量低下は加齢で顕著。
10. 体力における遺伝と環境の影響割合はほぼ同等。

実戦確認問題(Q&A)

Q1: 随意運動が複雑な経路を辿る理由は？

A: 目的意識を伴うため。

Q2: 最大の張力を発揮する筋収縮様式は？

A: 伸張性収縮。

Q3: 乳酸が生成されるエネルギー機構は？

A: 解糖系(乳酸系)。

Q4: 運動初期の有酸素性エネルギー不足分は？

A: 酸素借。

Q5: ATとは何の略か？

A: 無酸素性作業閾値。

Q6: スポーツ心臓の主な特徴は？

A: 心室腔拡大と安静時心拍数低下。

Q7: 激しい運動後の感染リスク増大状態は？

A: オープンウインドウ。

Q8: 第一・第二発育急進期はいつ？

A: 乳幼児期と思春期。

Q9: 高齢期の下半身筋力低下の主因は？

A: 速筋線維の萎縮・減少。

Q10: 加齢による機能低下速度は運動で遅くできるか？

A: できない(低下速度は同じだが高い水準は維持できる)。