

女性と運動

国立病院機構 西別府病院

スポーツ医学センター

センター長 松田 貴雄

性差

- **性機能(月経、妊娠、出産、閉経)**

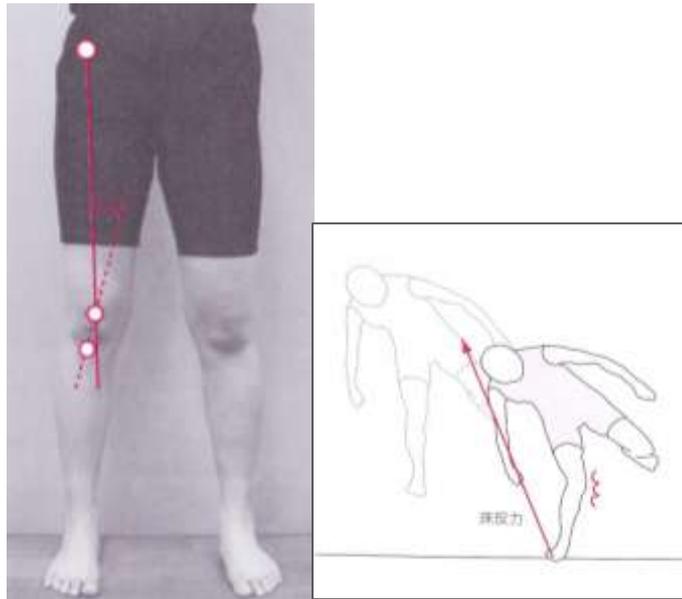
生理学的な性差

	体型	生理学	神経・筋	心血管系・呼吸器系
女 > 男	成熟体脂肪率 ※			
女 = 男		体温調節	各種筋線維の割合	
女 < 男	体重	有酸素能力	筋線維の大きさ	一回拍出量
	筋肉量	無酸素能力	筋力/パワー	肺容量
	身長	スピード	ミトコンドリア密度	血色素量
		パワー出力		ヘマトクリット
				血液量

骨格の性差

<女性>

項目	運動
骨盤が広い、 Q角 が大きい	下肢傷害の要因



Ⓐ

Ⓑ

○脚

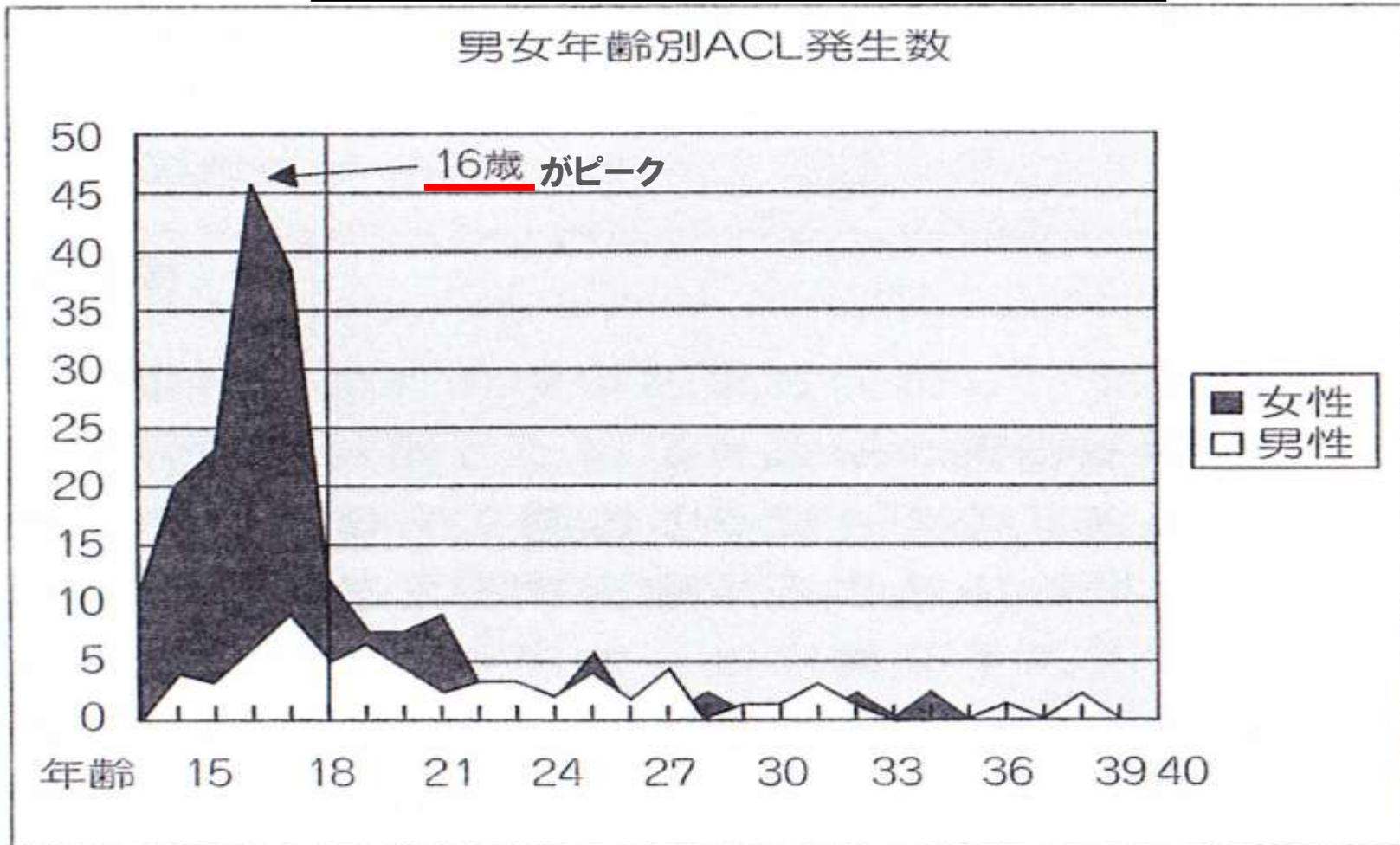
前十字靭帯損傷

が多い原因とも言われている

knee in toe out

女性アスリートに多い疾患 その1

前十字靭帯損傷の頻度(性差)



男女・年齢別 ACL 損傷発生数

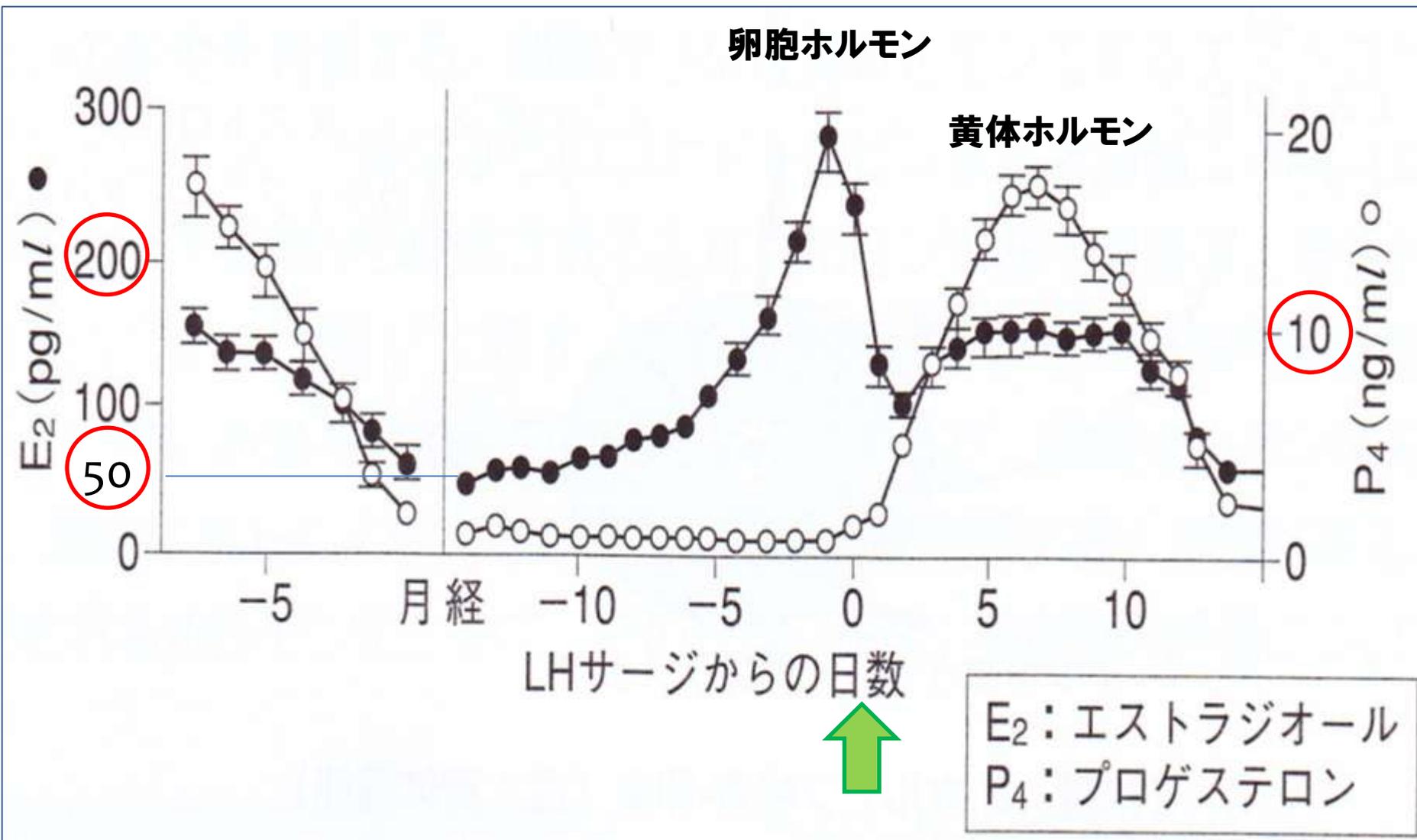
13歳から40歳までの男女別発生件数

女性アスリートに多いスポーツ障害

(発生に性差の見られる)

- 1) 膝前十字靭帯損傷
- 2) 疲労骨折
- 3) 鉄欠乏性貧血

月経周期：ホルモン変動



(これまでの)

無月経の重篤度

第1度無月経 — 黄体ホルモン不足

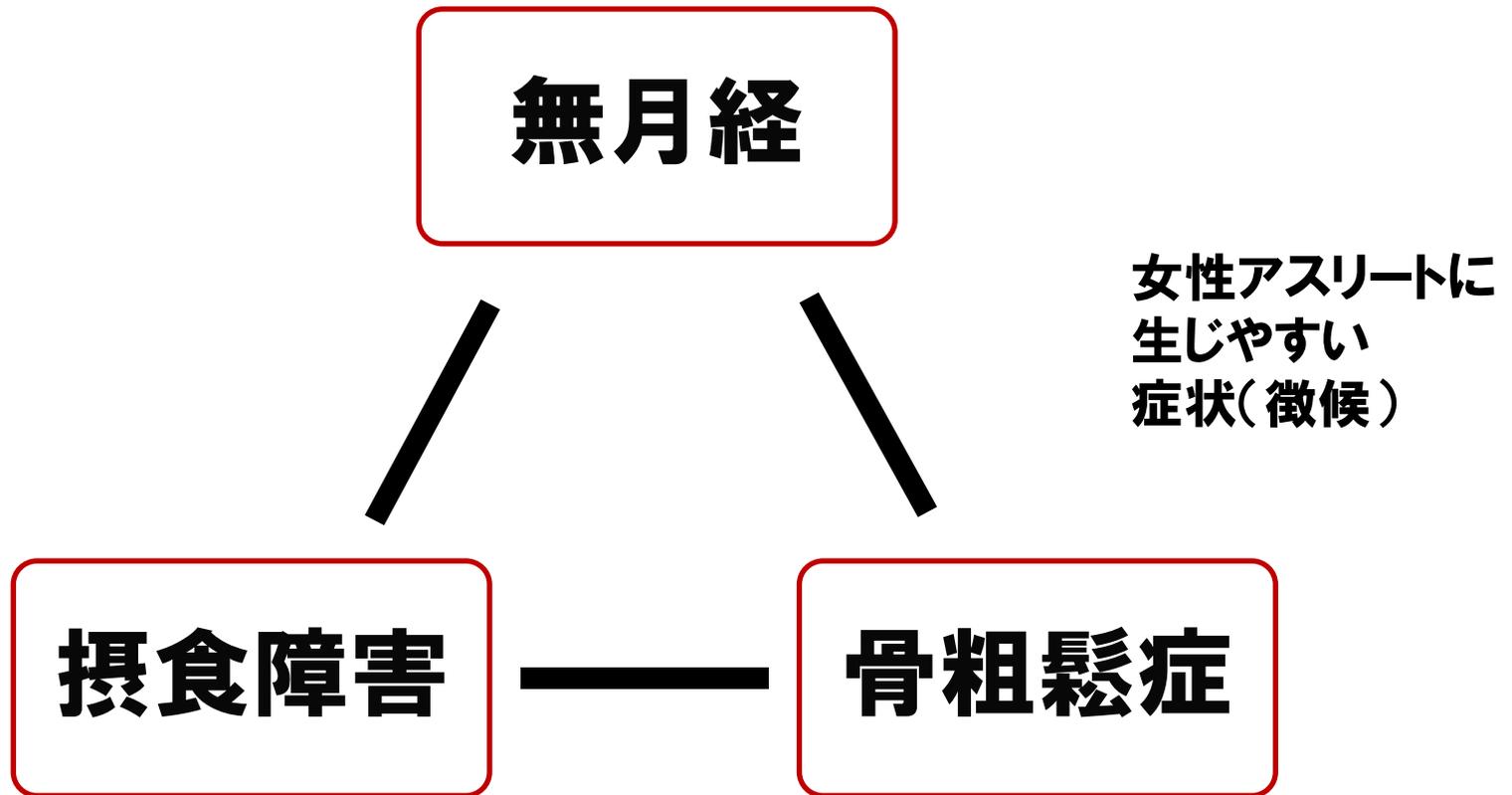
第2度無月経 — 卵胞ホルモン不足

**(黄体ホルモン単独投与による
出血の有無で判断していた)**

(これまでの)

女性アスリートの三主徴 (1992年)

(Female Athlete Triad)



運動性無月経

トレーニングによる

初経発来遅延

続発性無月経

などの

3ヶ月以上月経がない状態

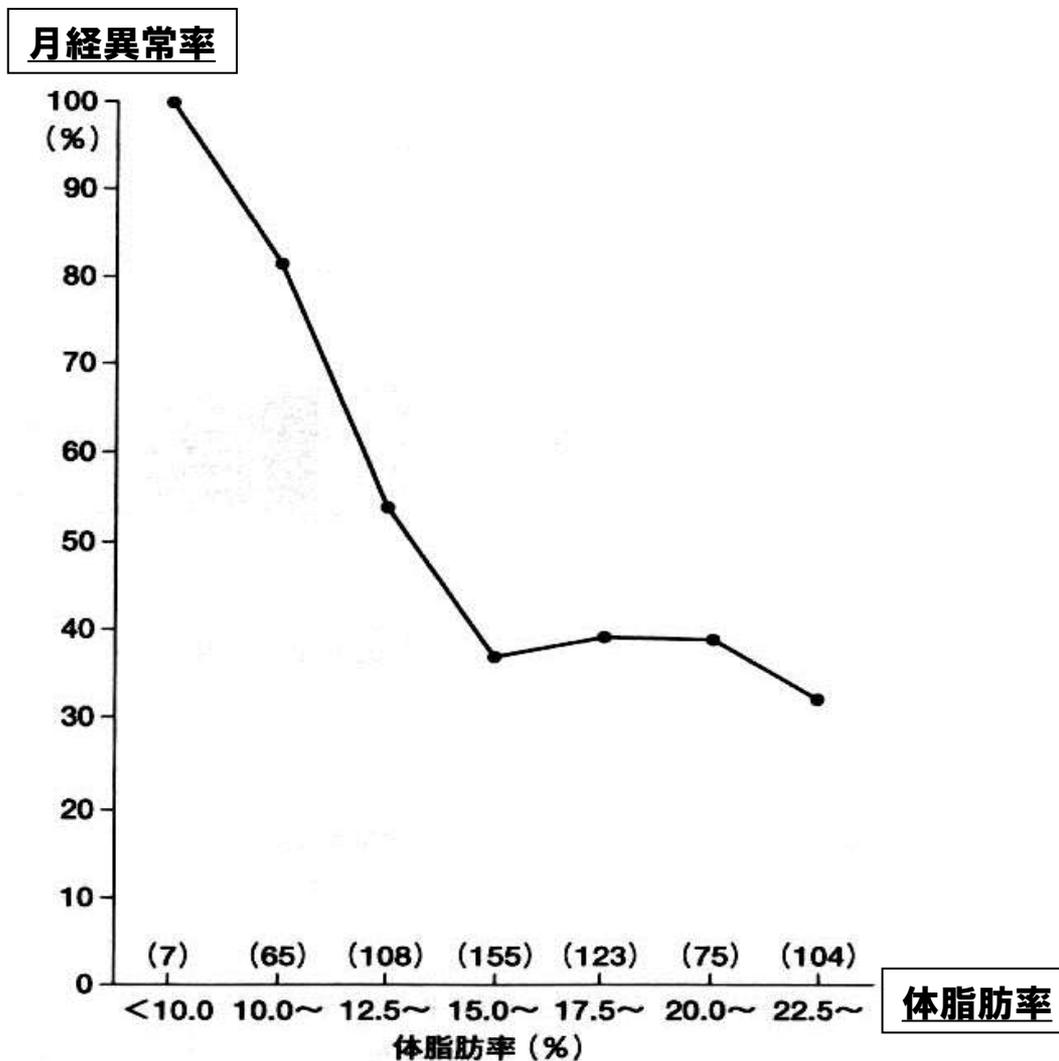
(これまでの)

運動性無月経の原因

- **精神的・身体的ストレス**
- **体重(体脂肪)の減少**
- **ホルモン環境の変化**
- **摂食量の減少**

(これまでの)

無月経の原因：体重(体脂肪)の減少



(これまでの)

無月経の負のスパイラル

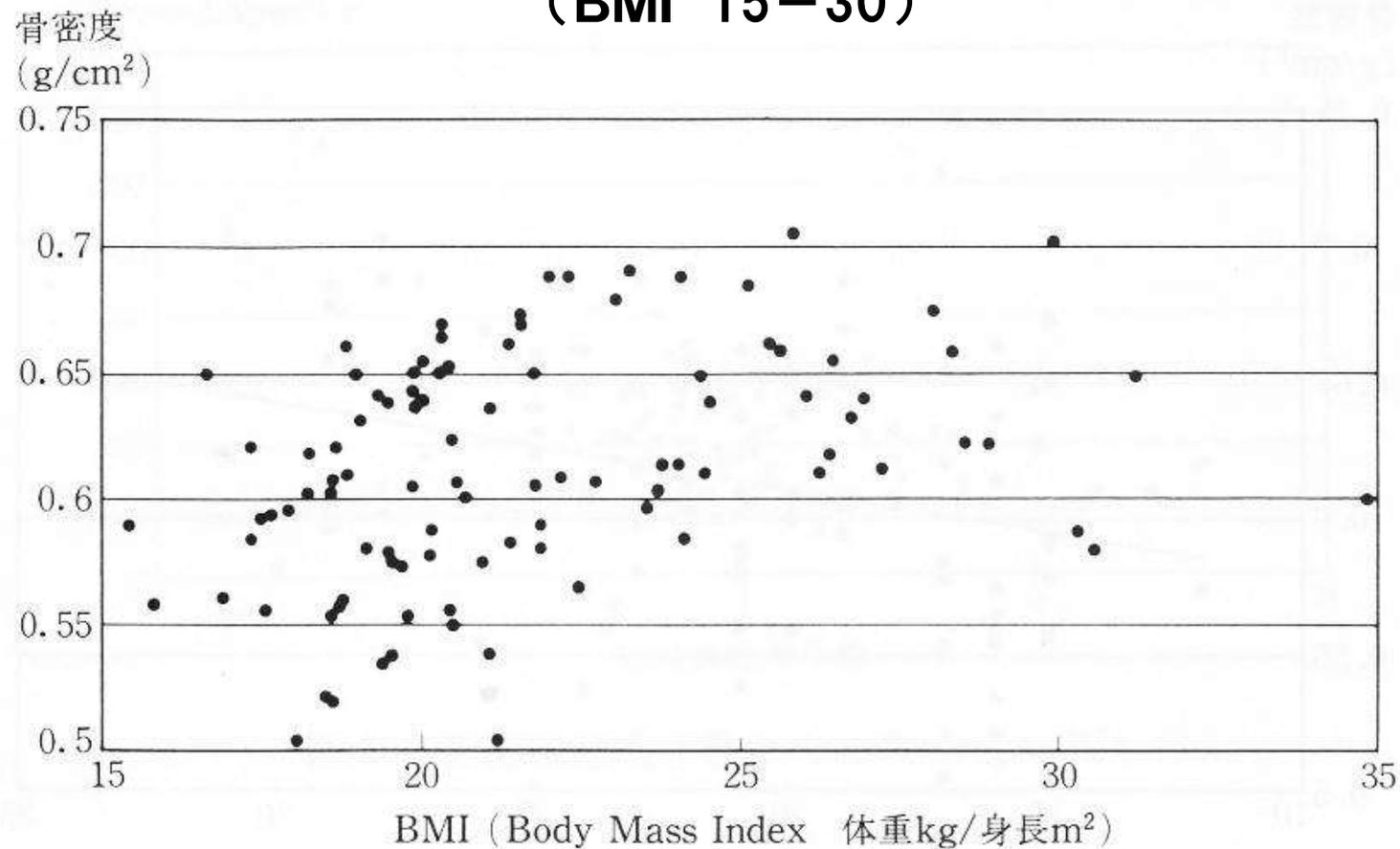
- やせ
- 無月経
- 低エストロゲン血症
- 低骨代謝回転
- 骨密度の低下(疲労骨折)



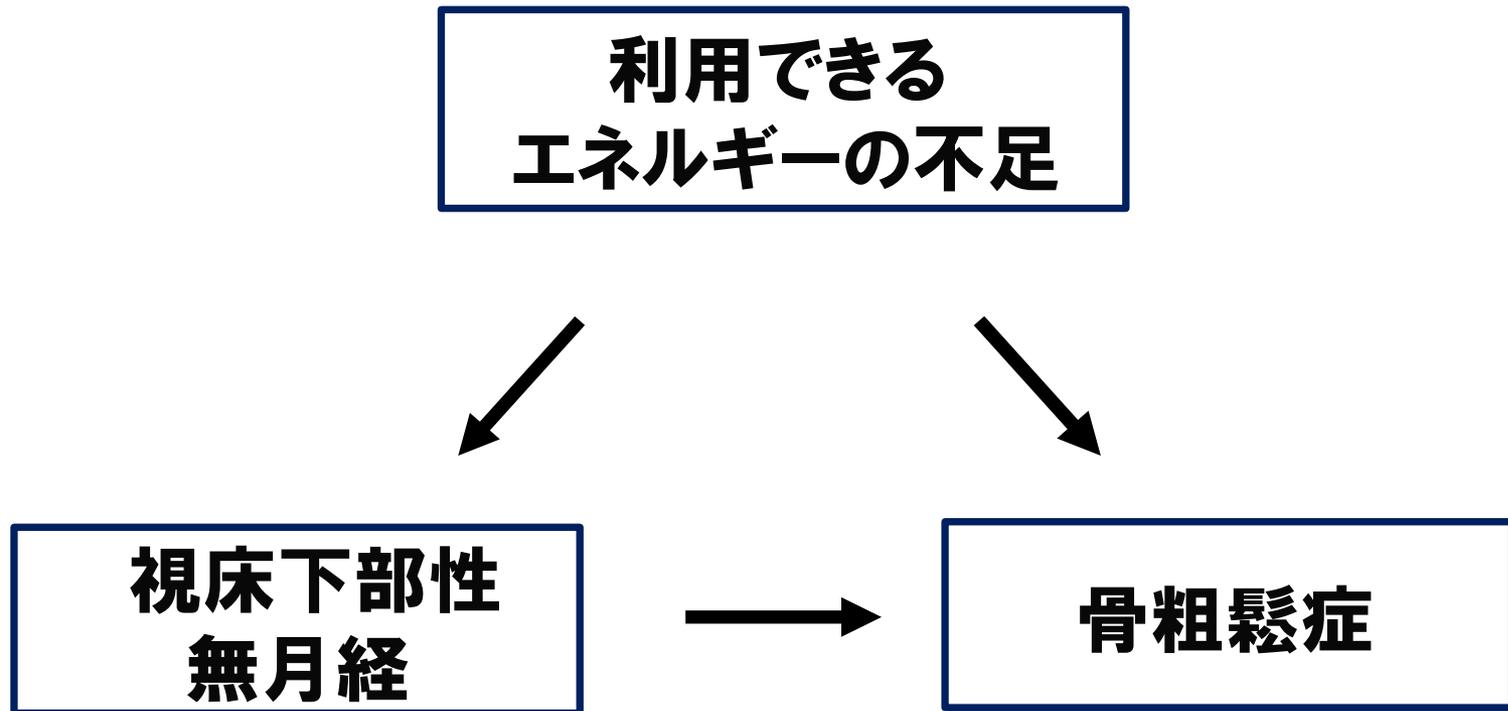
(これまでの)

体格と骨密度

(BMI 15-30)



新しい女性アスリートの三主徴 (2007年)



無月経の原因

これまでは低体重、低体脂肪率が原因とされてきたが

摂取カロリー
と
消費カロリー
の
アンバランス

が問題と考えられている

運動選手は消費カロリーは多いので

つまり「摂食量の減少」

かならずしも

やせが見られる訳ではない

摂取カロリーが不足

消費カロリーが増加

すると無月経になる

摂食障害

がなくなった

⇒

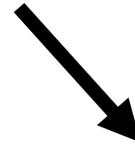
利用できる
エネルギーの不足

へ

目的は“骨粗鬆症の予防”

新しい女性アスリートの三主徴 (2007年)

利用できる
エネルギーの不足



視床下部性
無月経

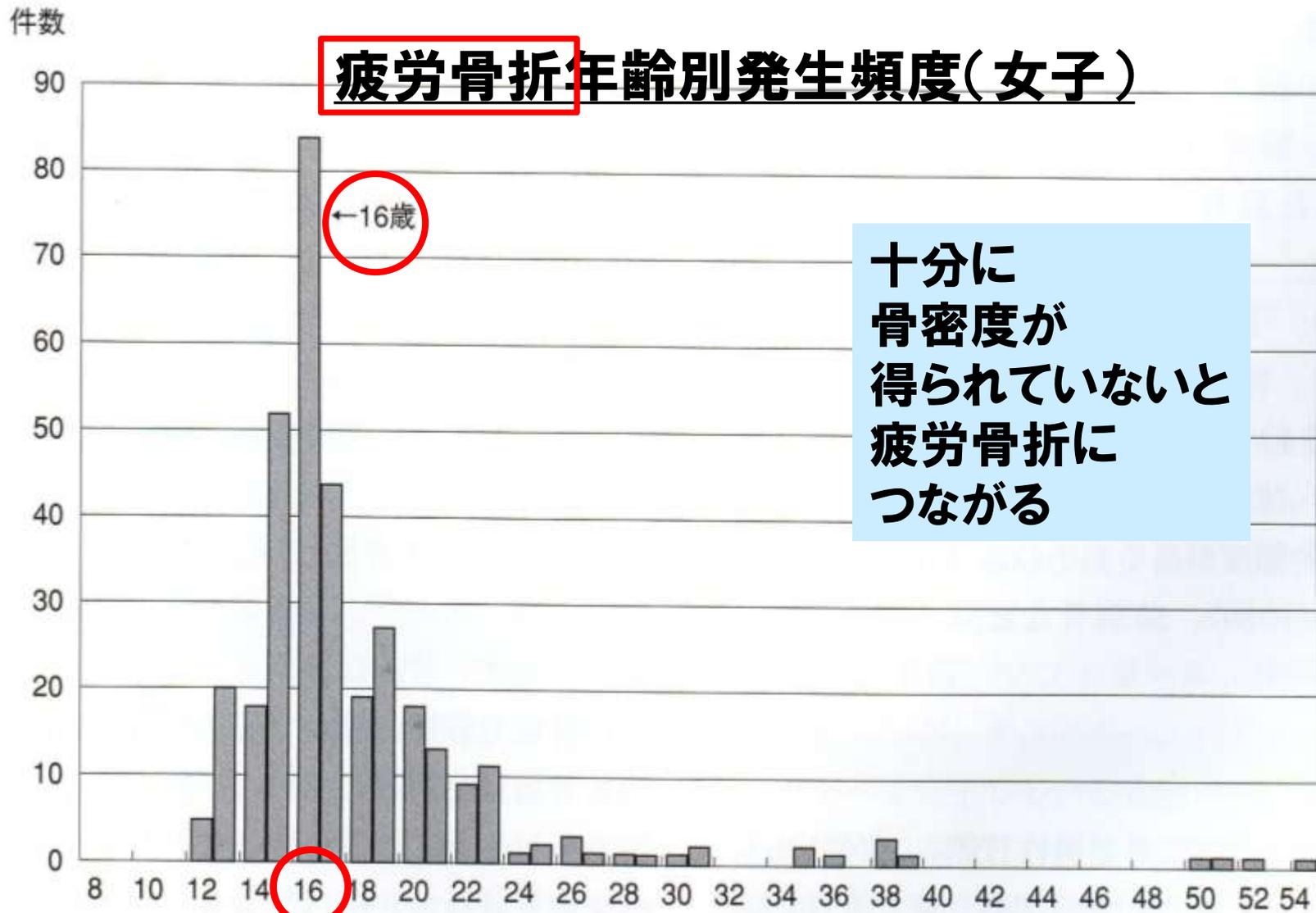


骨粗鬆症

骨粗鬆症を防ぐ

女性アスリートに多い疾患 その2

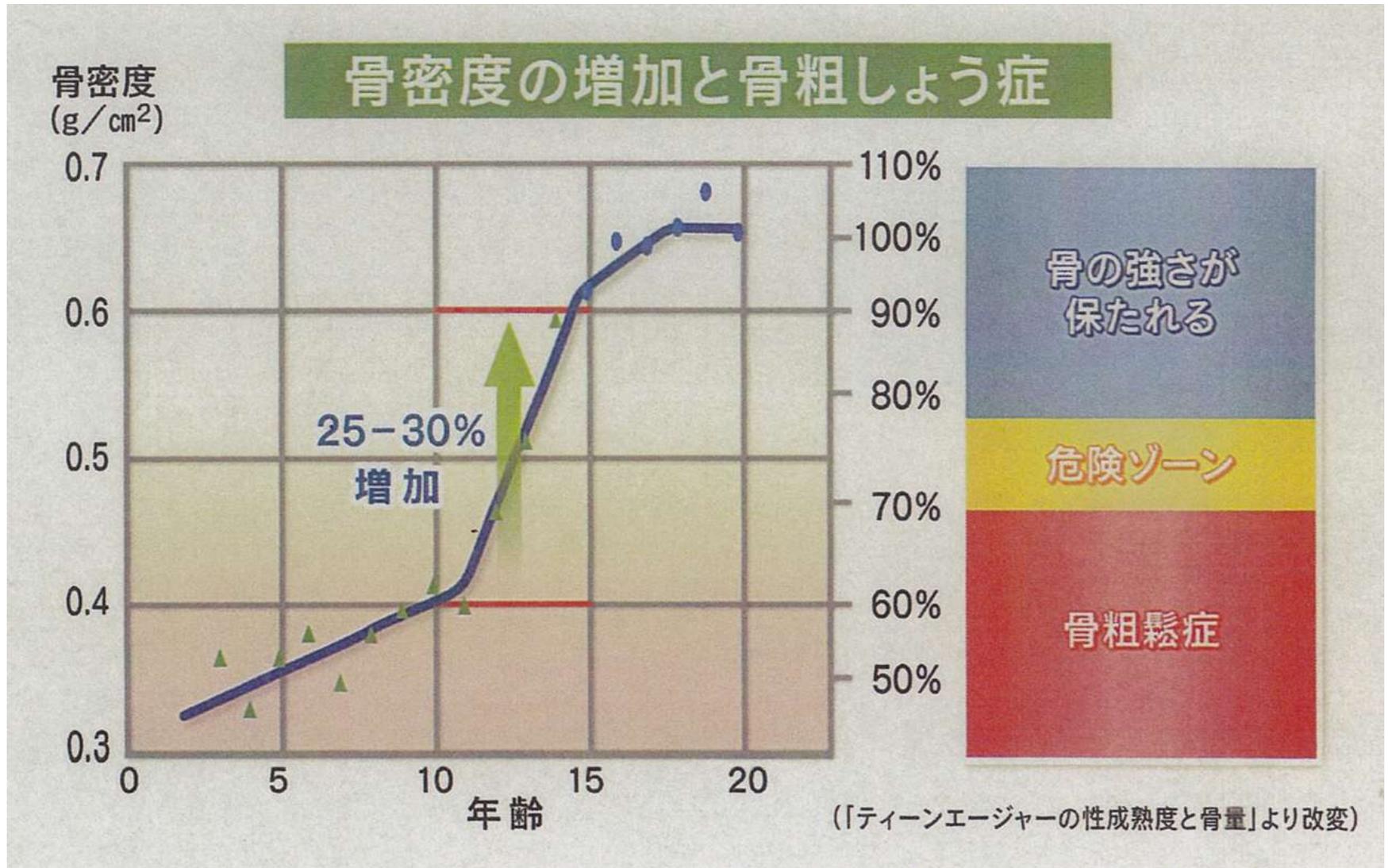
疲労骨折年齢別発生頻度(女子)



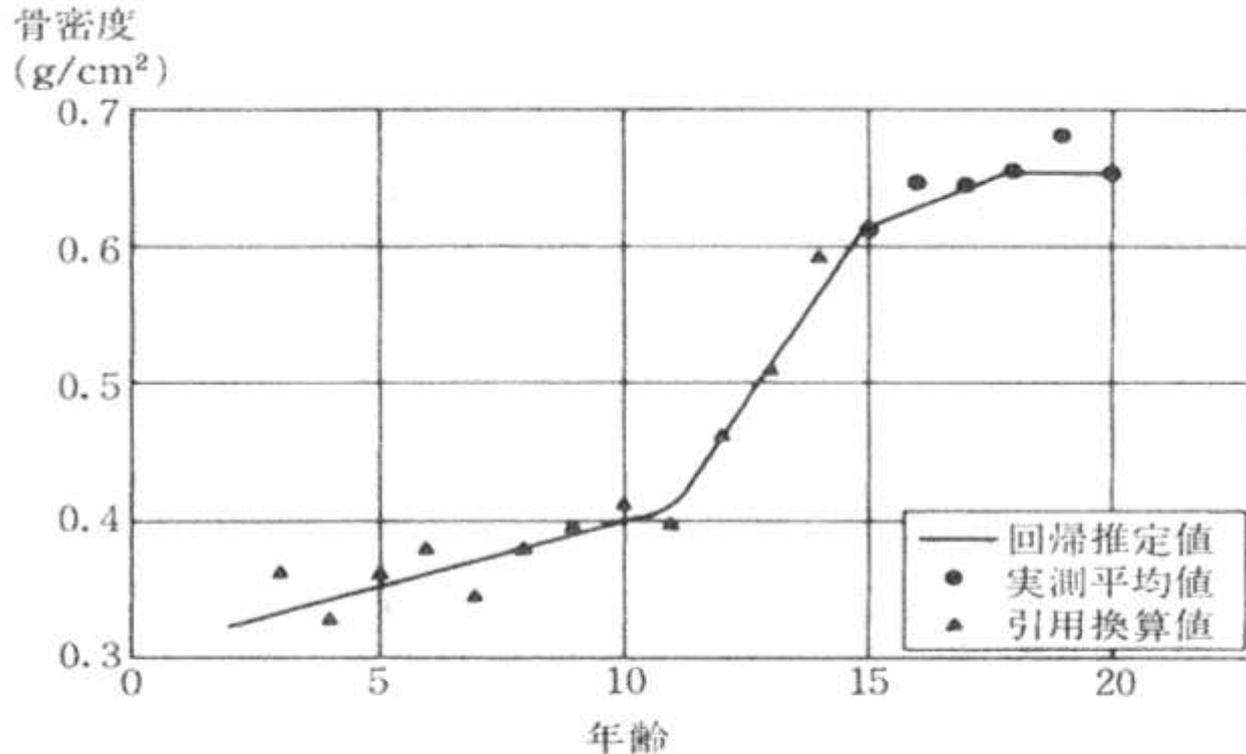
十分に
骨密度が
得られていないと
疲労骨折に
つながる

骨粗鬆症がベースにある

女児年齢別骨密度



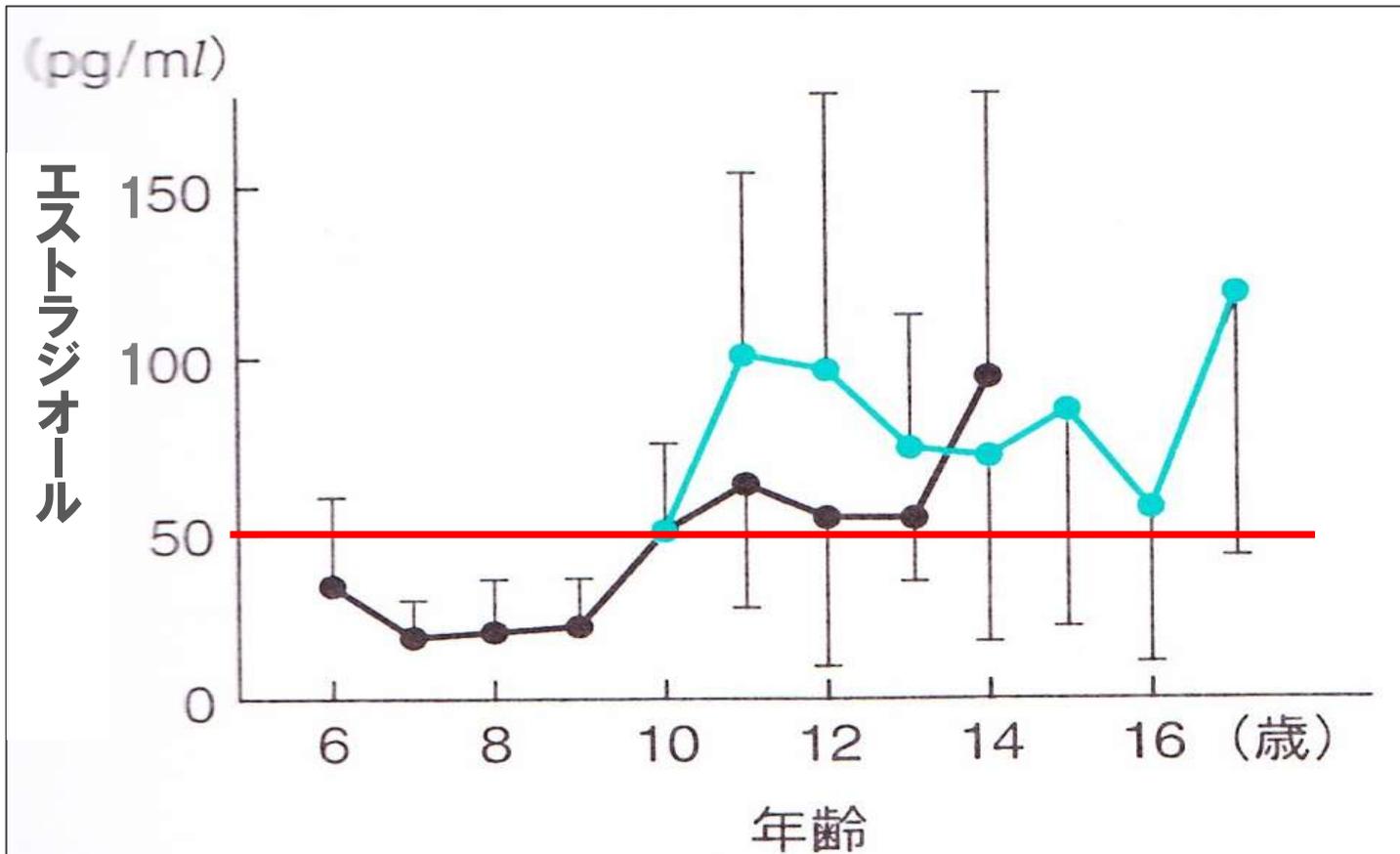
女兒年齡別骨密度



年齢別骨密度の推定

**12～14歳の骨密度の増加は急激
更年期の減少速度の4倍を超える**

思春期におけるホルモンの上昇

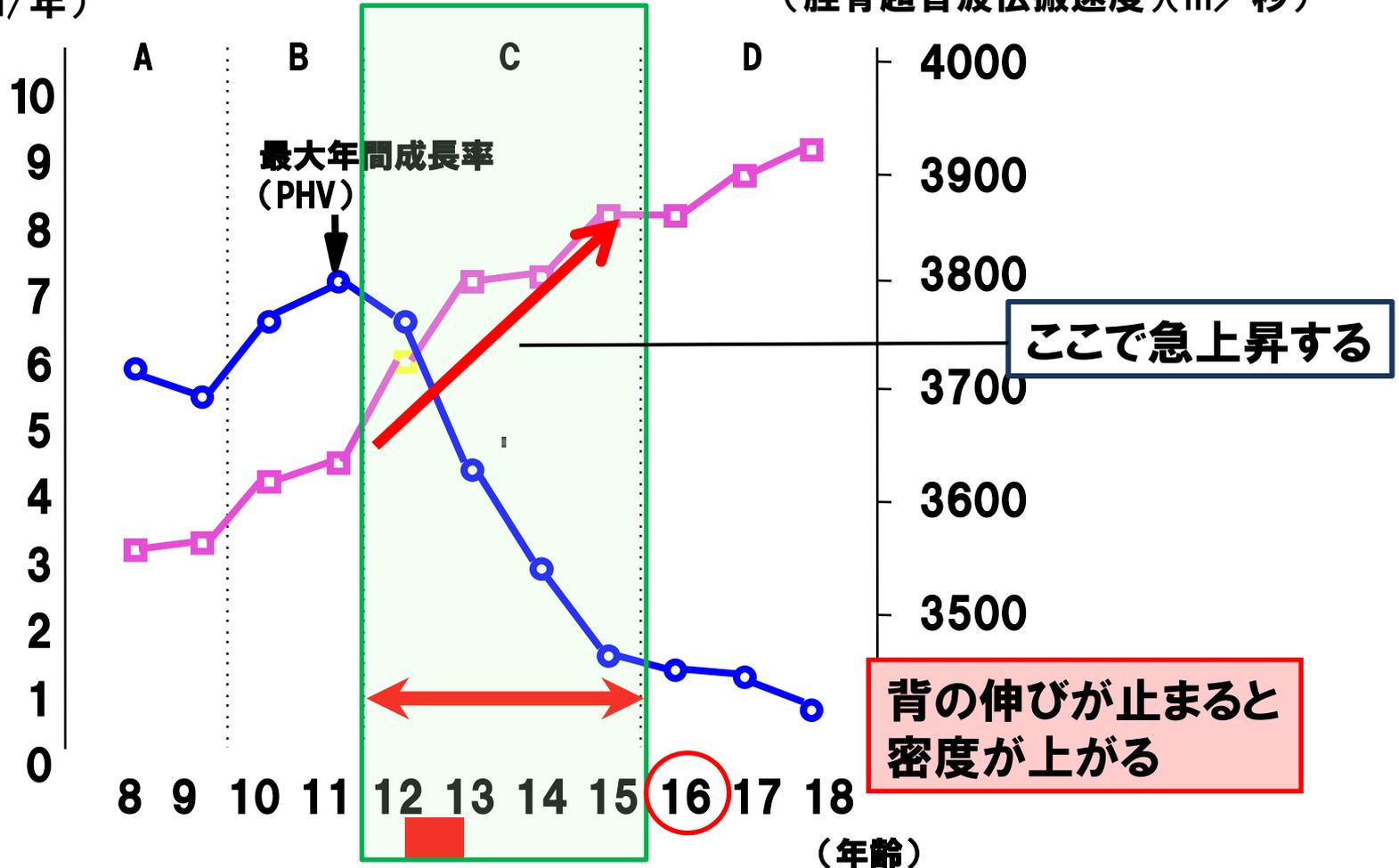


年齢別にみた血清中 エストラジオール値

成長スパートと骨強度

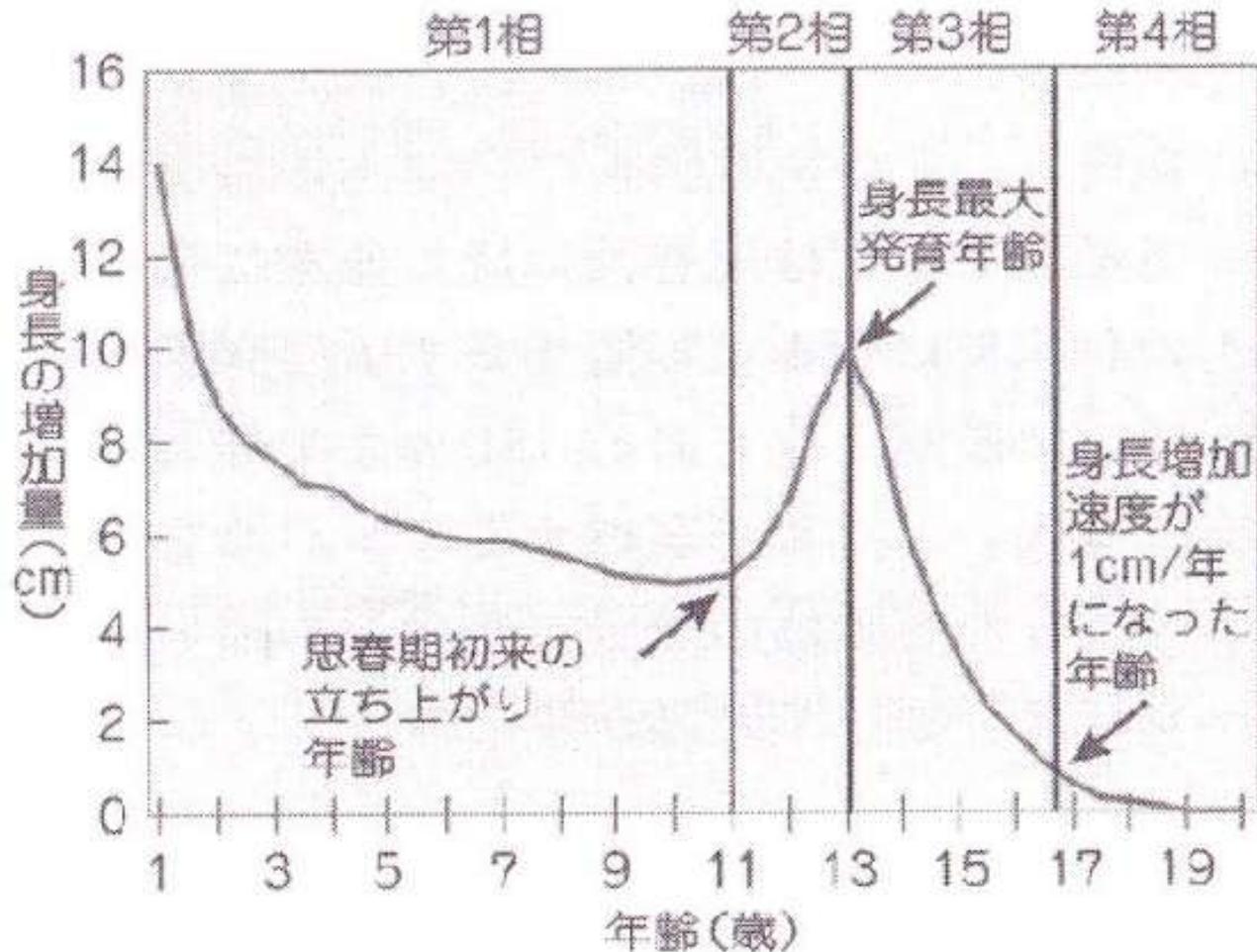
成長率
(cm/年)

骨強度
(脛骨超音波伝搬速度)(m/秒)

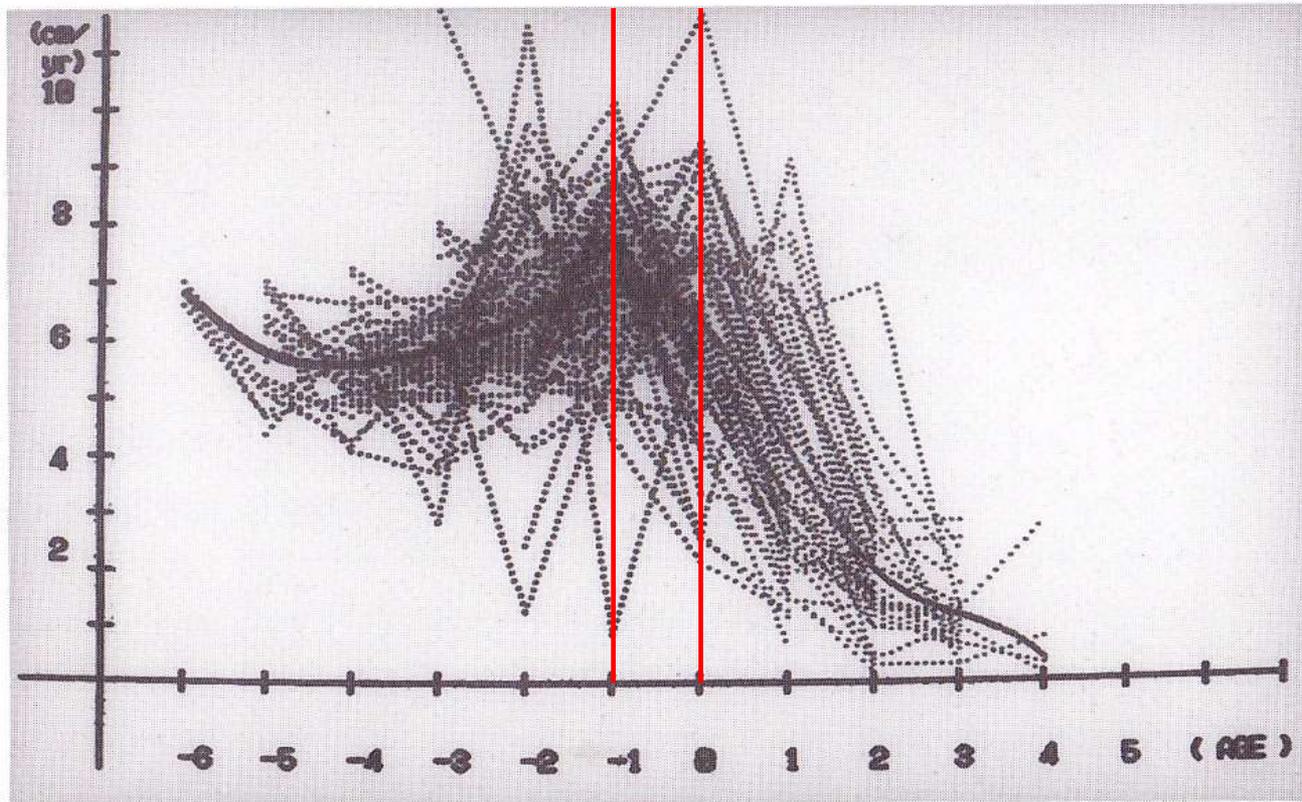


成長速度(率)曲線

身長の発育速度曲線と発育期の区分

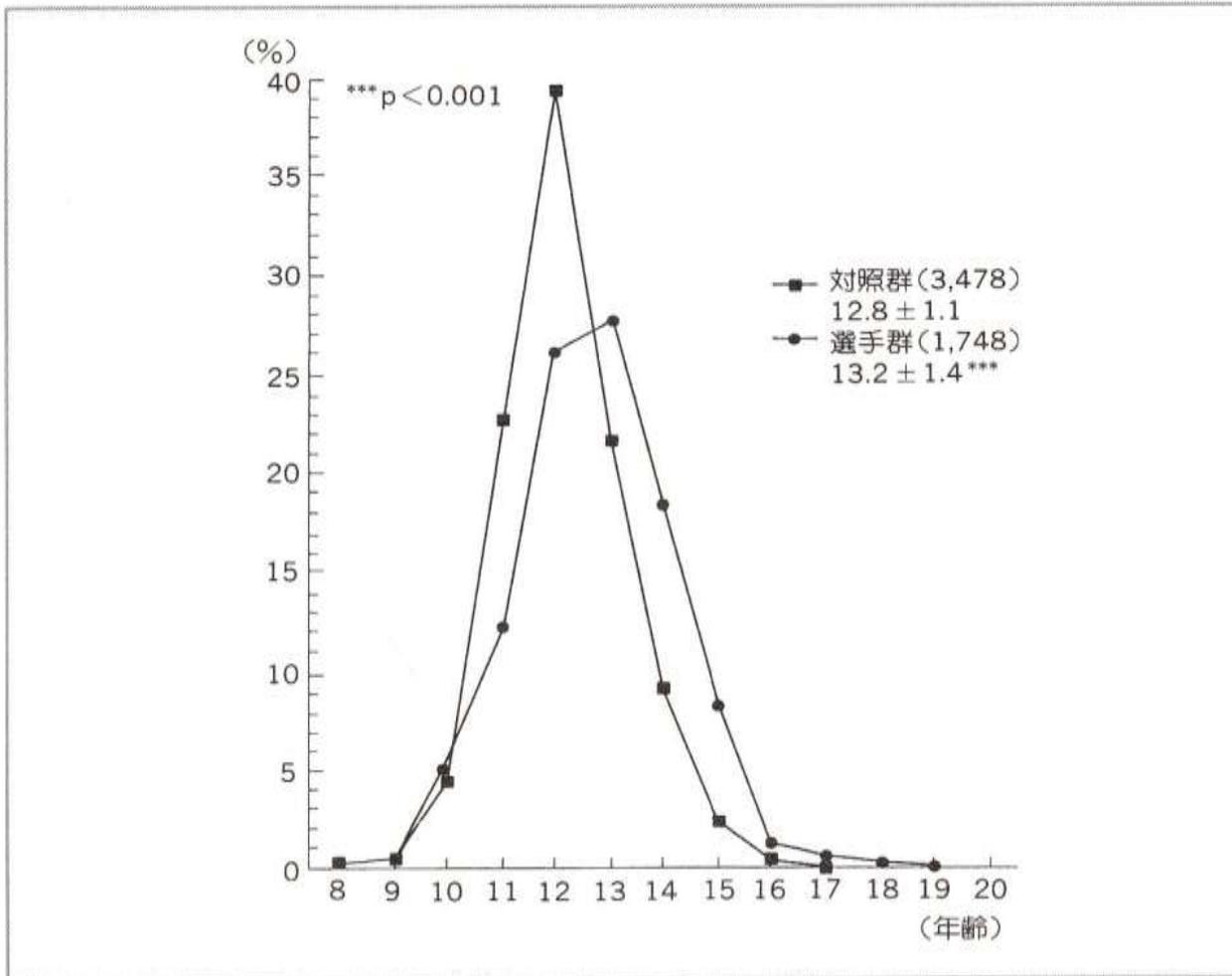


初経発来と年間身長増加量



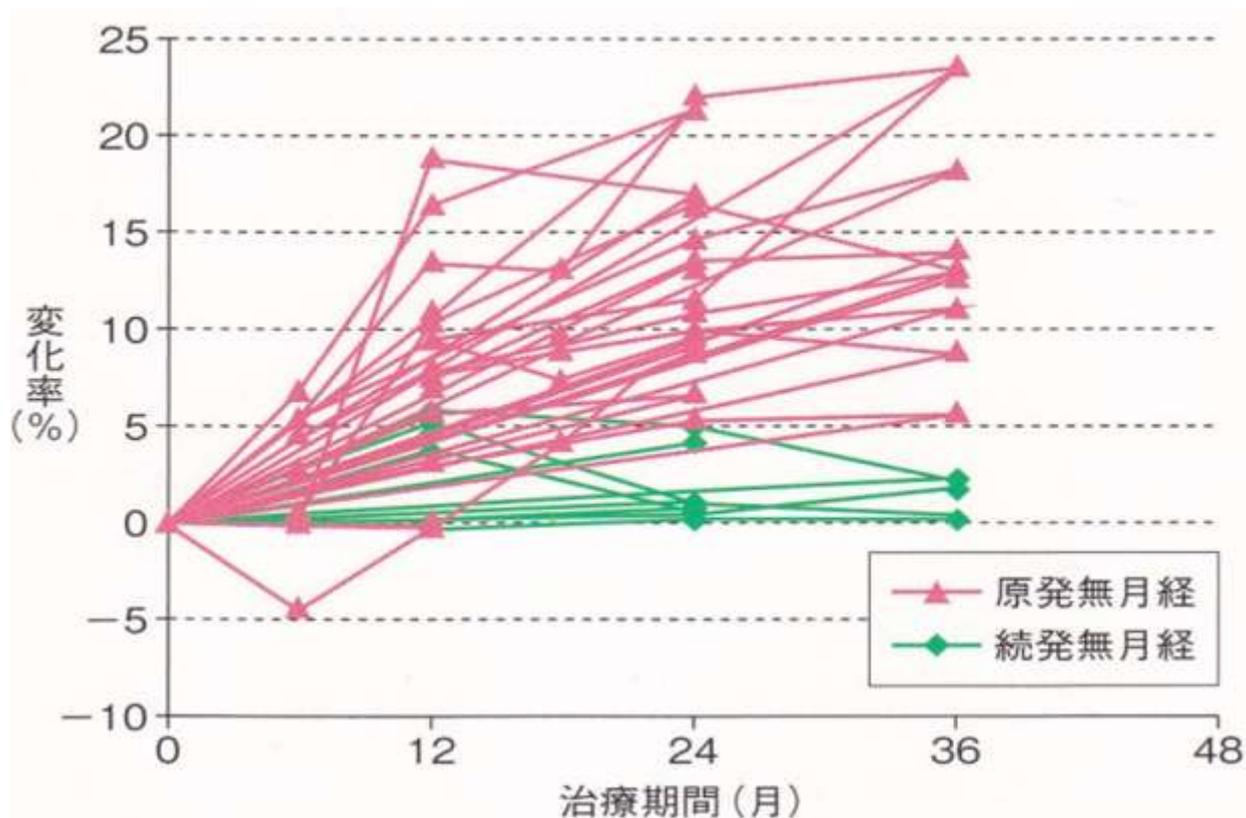
、初経発来を基準とした年間身長増加量の変化
(昭和大学産婦人科)

アスリートは初経発来が遅れる



※運動選手は約1年遅れる

思春期女性の ホルモン補充療法による骨密度の変化



※骨密度の獲得にエストラジオールは
最低50pg/mlくらい必要とされる
(ホルモン補充療法:40~80pg/mlくらい)

(群馬大 産婦 曾田ら)

日本人のカルシウム摂取推奨量

	12～14(歳)
男	900 mg
女	700 mg

※ 日本の一般家庭のカルシウム摂取量

450mg前後

※最大摂取2400 mgまで可

※ 日本人のカルシウム摂取量・率は低い

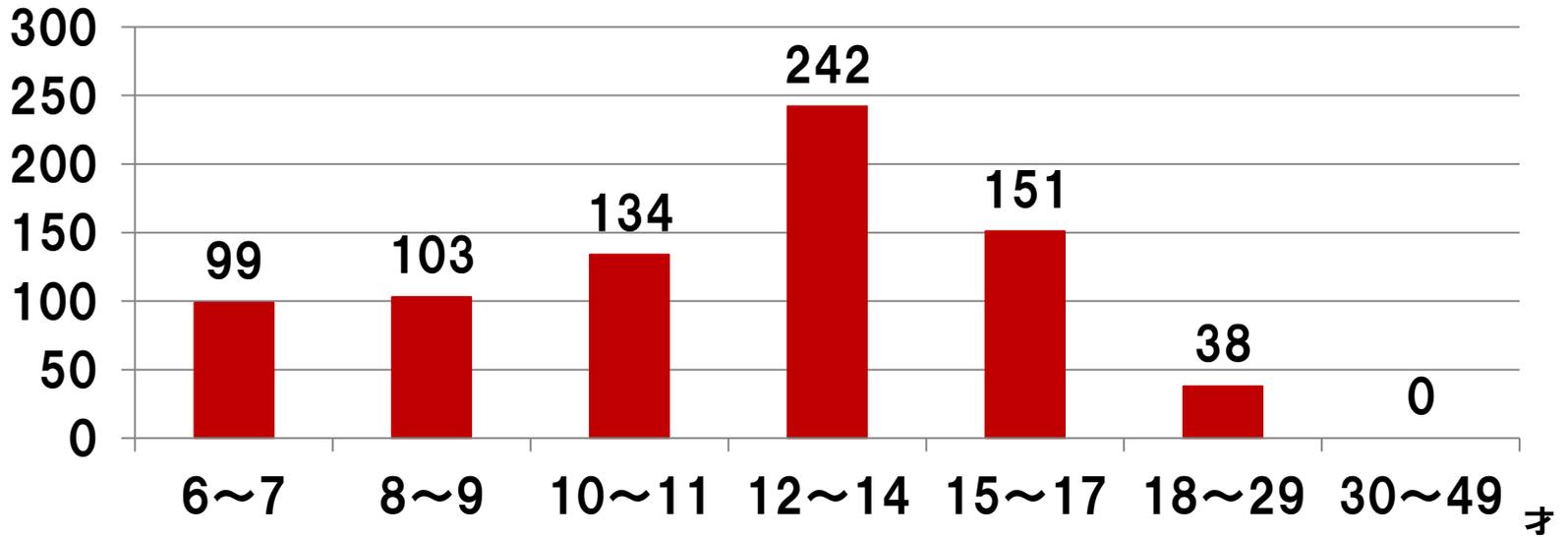
(日本人の栄養摂取基準(2010)より)

※アメリカでは1300mg以下はハイリスク

(アメリカスポーツ学会より)

年齢別カルシウム蓄積量と吸収率

女子



(吸収率) (35) (35) (45) (45) (40) (30) (25) %

妊婦に対するカルシウム付加

2005年からなくなった

カルシウム (mg/日) 付加量

		推奨量
18-29 歳		650
30-49 歳		650
(付加量)		
妊婦	+0	
授乳婦	+0	

(以前)

+350

+700

何故

カルシウム付加はなくなったのか？

妊娠中のエストロジオール増加で
吸収がよくなるので
あえて付加は必要ない

卵胞ホルモン(エストラジオール)

エストラジオール値(pg/ml)

(非妊娠時)	黄体期	45－300
(妊娠時)	妊娠10－15週	800－5500
	>13週	11000－49000

日本では

エストロゲン付加が必要

カルシウム吸収率を増加させる

アメリカスポーツ学会では
カルシウム付加のみ推奨

骨端線閉鎖作用

早期に女性ホルモン(エストラジオール)を
負荷すると骨端線閉鎖を促し、身長
の伸びが止まるので行わない方がよい

とされてきた

～これまでの産婦人科の常識

「低容量のエストロゲン負荷は 身長に影響しない」

＜小児内分泌学会指針＞

更年期女性の

ホルモン補充療法に用いられる量の
8分の1から開始

ターナー症候群に対して

逆に身長促進効果ありとの報告

平成25年8月段階で公知申請を行っても
差しつかえないとの事前評価

低用量ピル

は

初経後3ヶ月を経過していれば
安易に使用できる

国際家族計画連盟 医学諮問委員会(1994)

無月経に対する対応

運動選手には

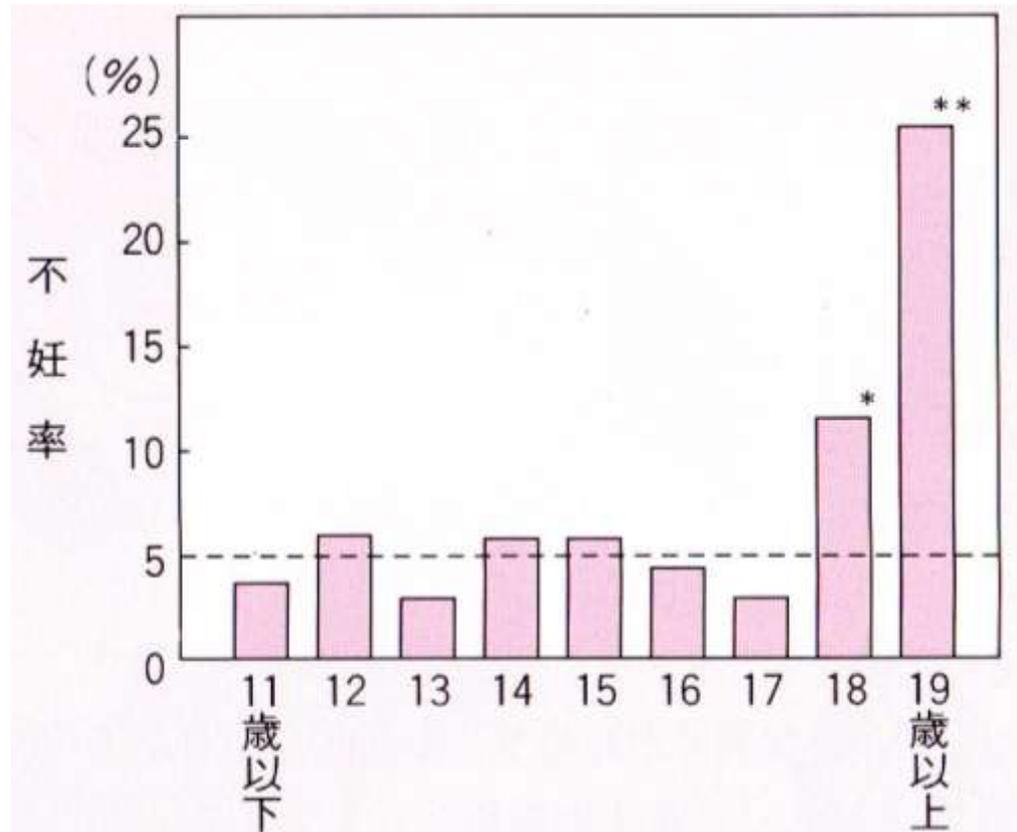
日産婦定義の

18歳(原発無月経)

15歳(遅発月経)

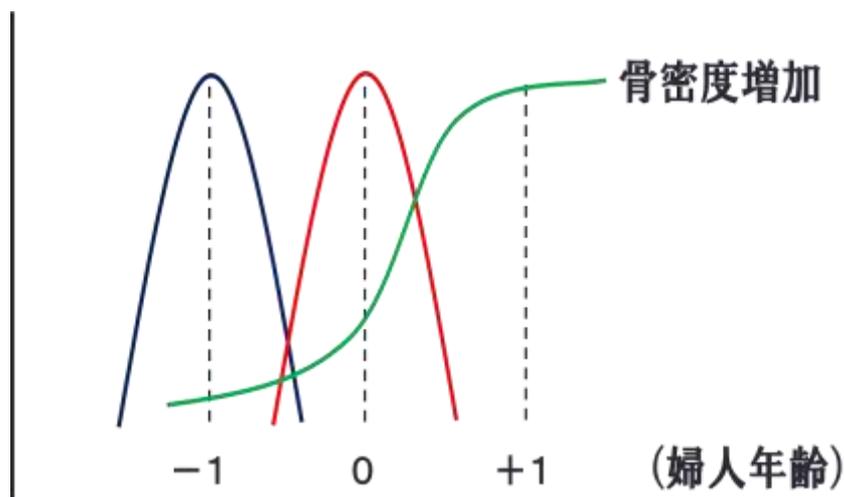
での対応では遅い

原発無月経 定義の根拠



18歳以降に不妊率が上昇

運動性無月経に対する対応



**無月経になった時は
すでに遅い**

**初経発来が遅れるかは
判断しづらい**

**成長ピーク(スパート)
の確認を行う**

⇒ **13歳までに
ピークこない場合**

「摂食量の不足を疑う」

女性アスリートに多い疾患 その3

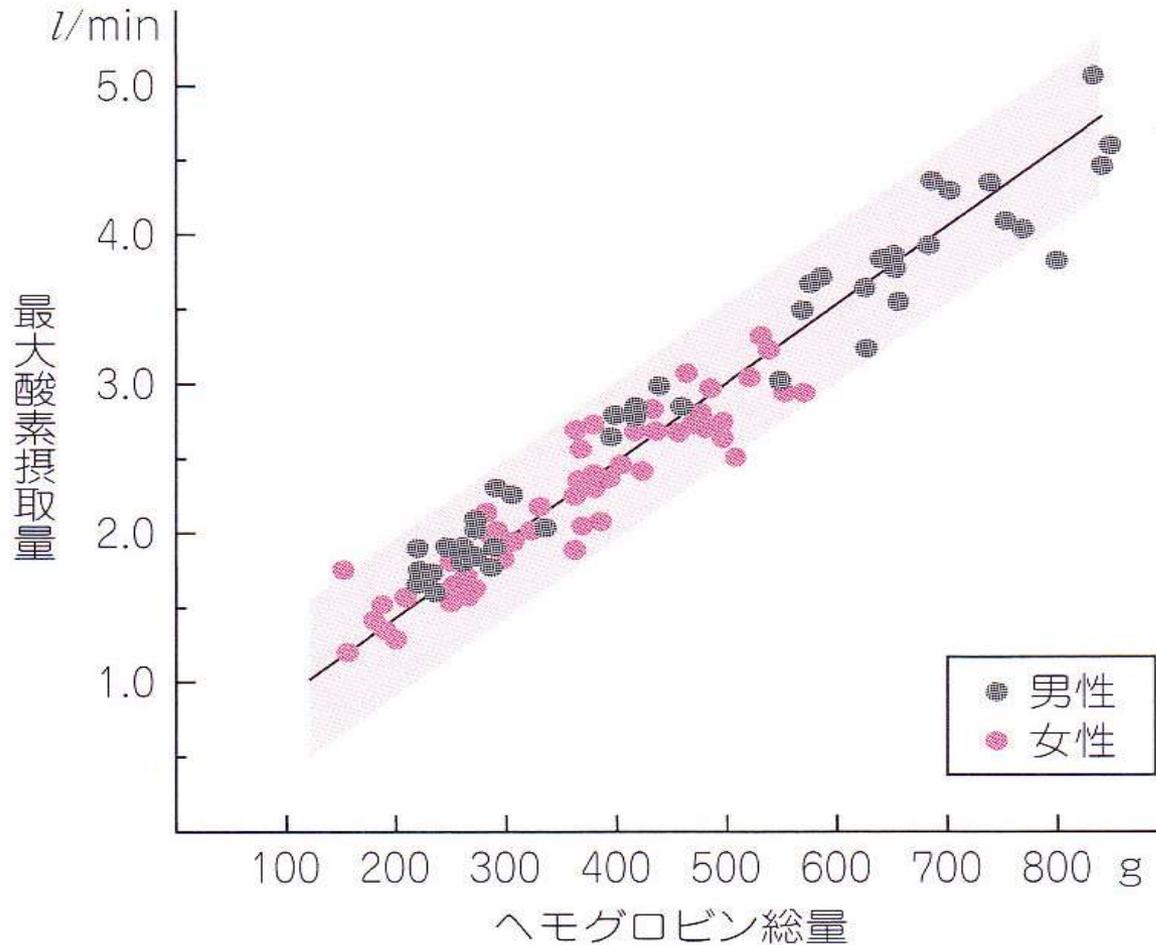
• 貧血

鉄欠乏性貧血

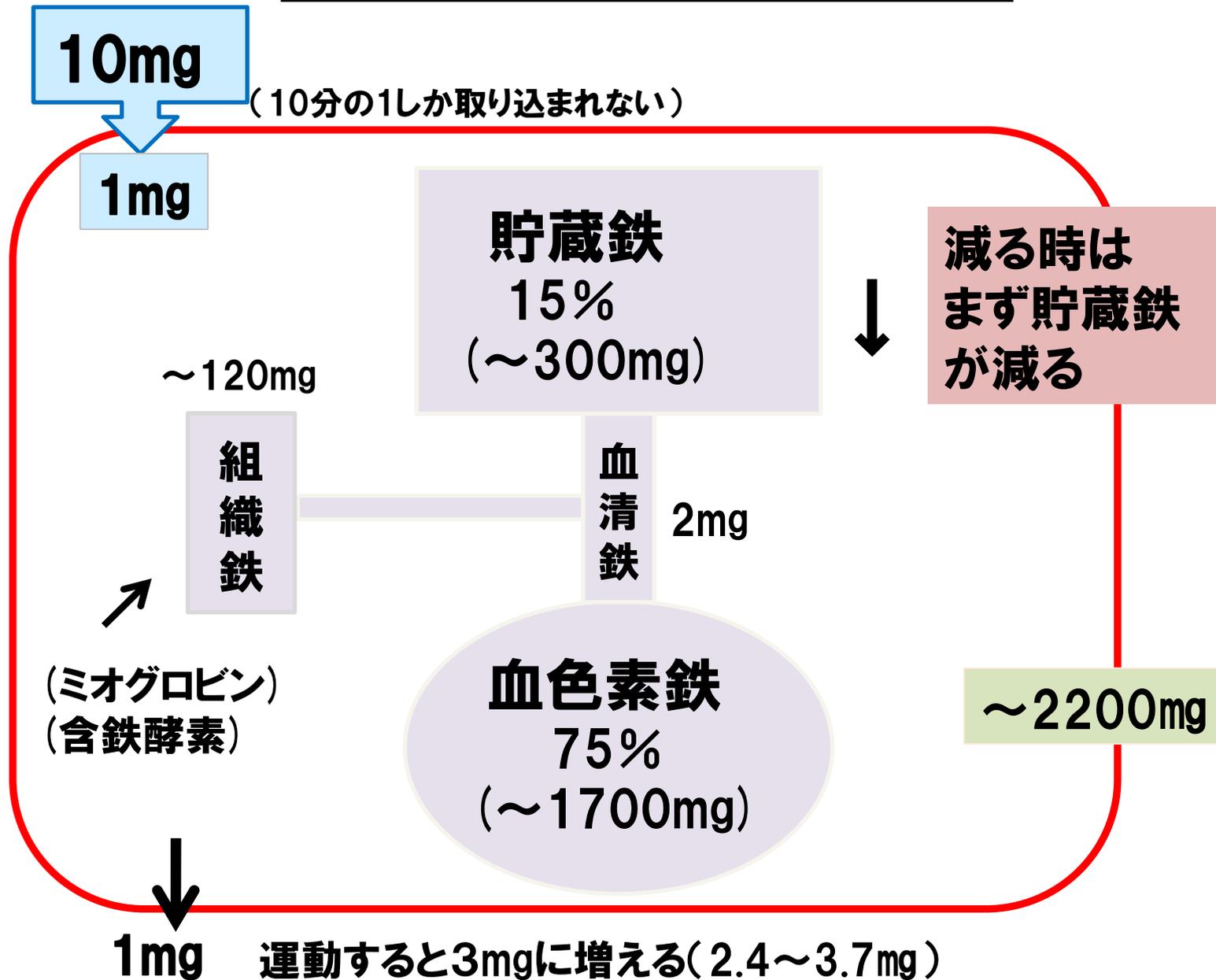
女性に多い

一般女性より女性アスリートに多い

血中ヘモグロビン値と 最大酸素摂取量は相関する



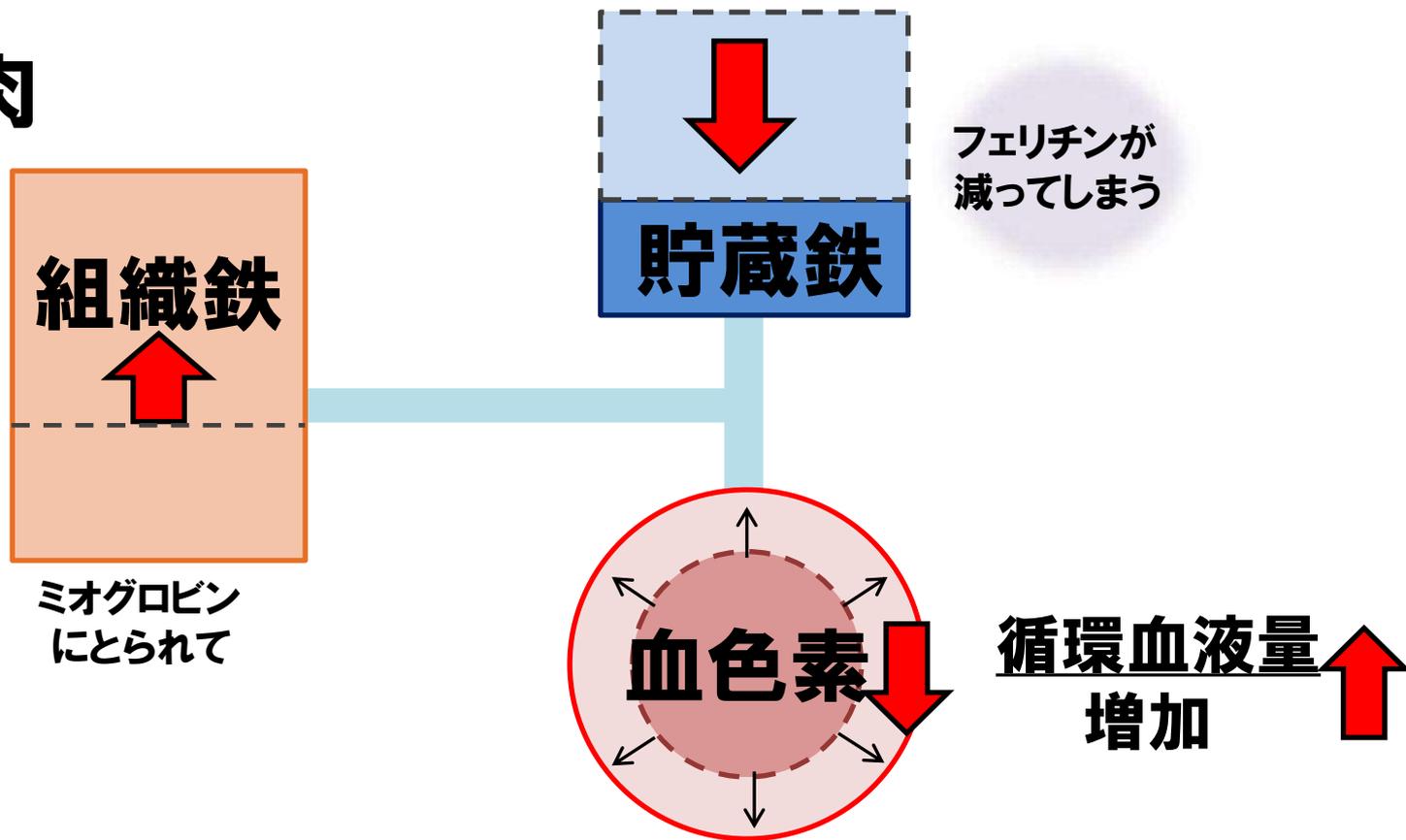
鉄の体内動態<女性の場合>



運動すると

循環血液量や筋肉量が増加する

筋肉



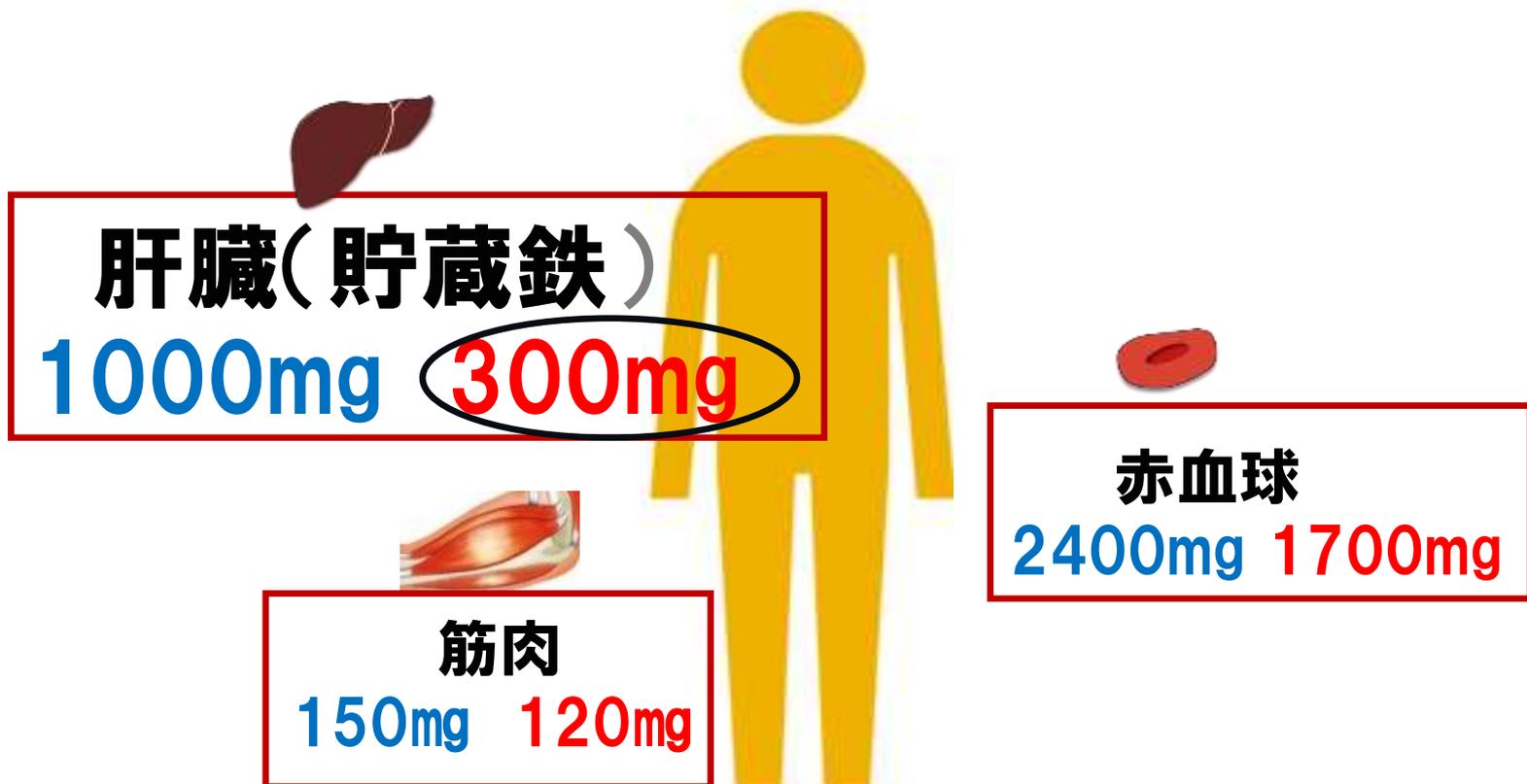
貯蔵鉄が不足する

女性は貯蔵鉄がかなり少ない

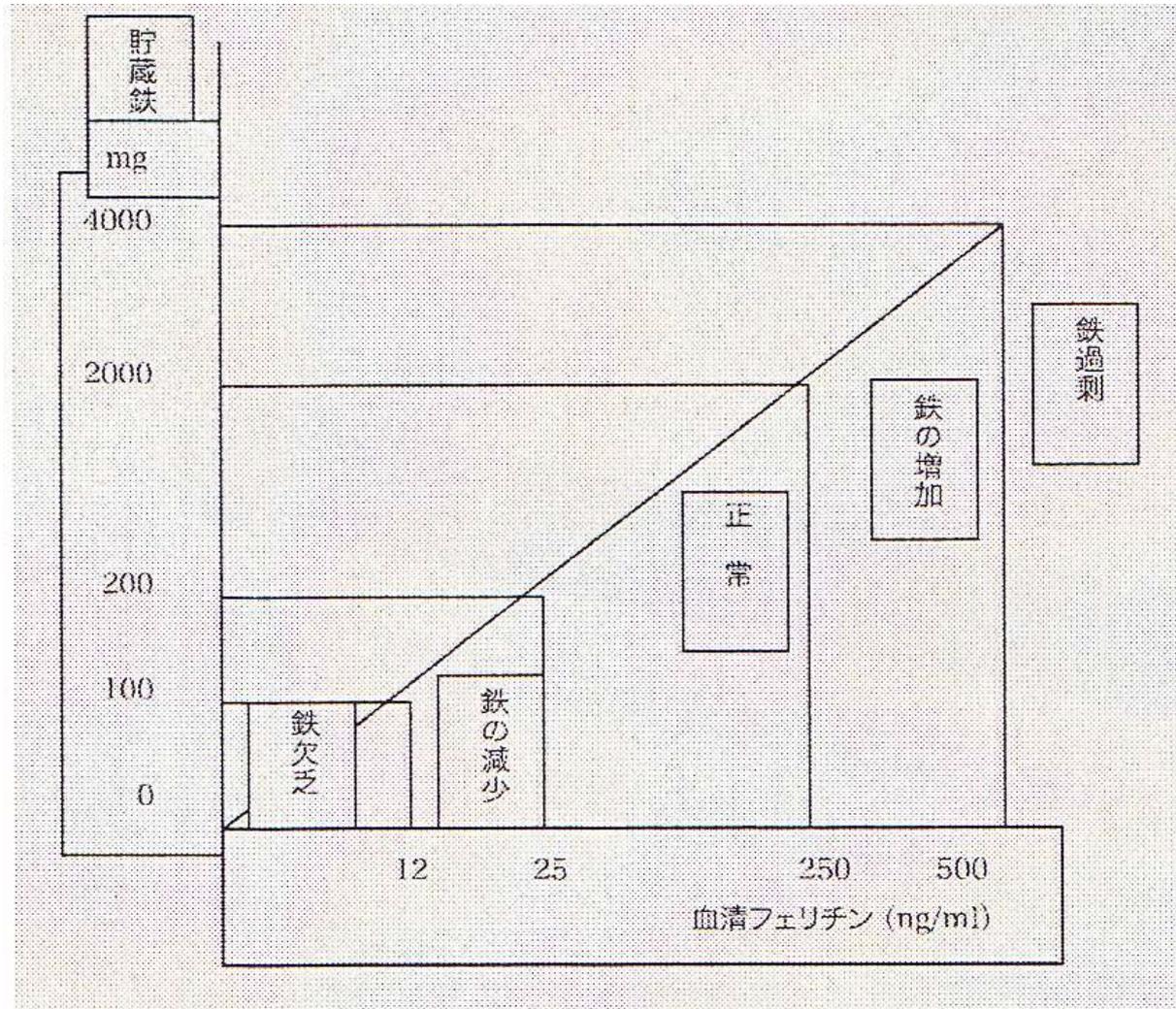
体内の
鉄の分布

男性
3500mg

女性
2200mg



貯蔵鉄の指標：フェリチン

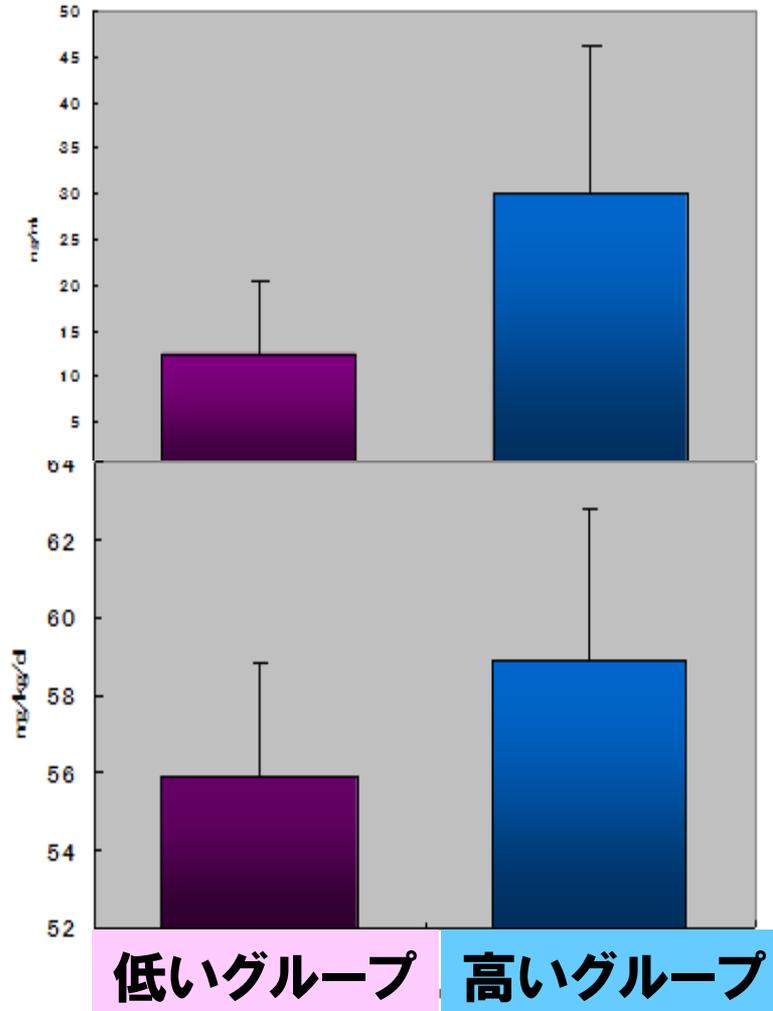


血清フェリチンと貯蔵鉄の関係

フェリチンが下がると持久力が落ちる

フェリチン

最大酸素摂取量
($\dot{V}O_2\max$)



「アスリート貧血」

という考え方

ヘモグロビンが減った段階では
遅い

「フェリチン低下状態」

スポーツにおける「鉄欠乏」の指標

フェリチン (貯蔵鉄を表す)

(女性基準値 10 – 80 ng/ml)

ふつう 30–40 くらい

鉄不足の指標

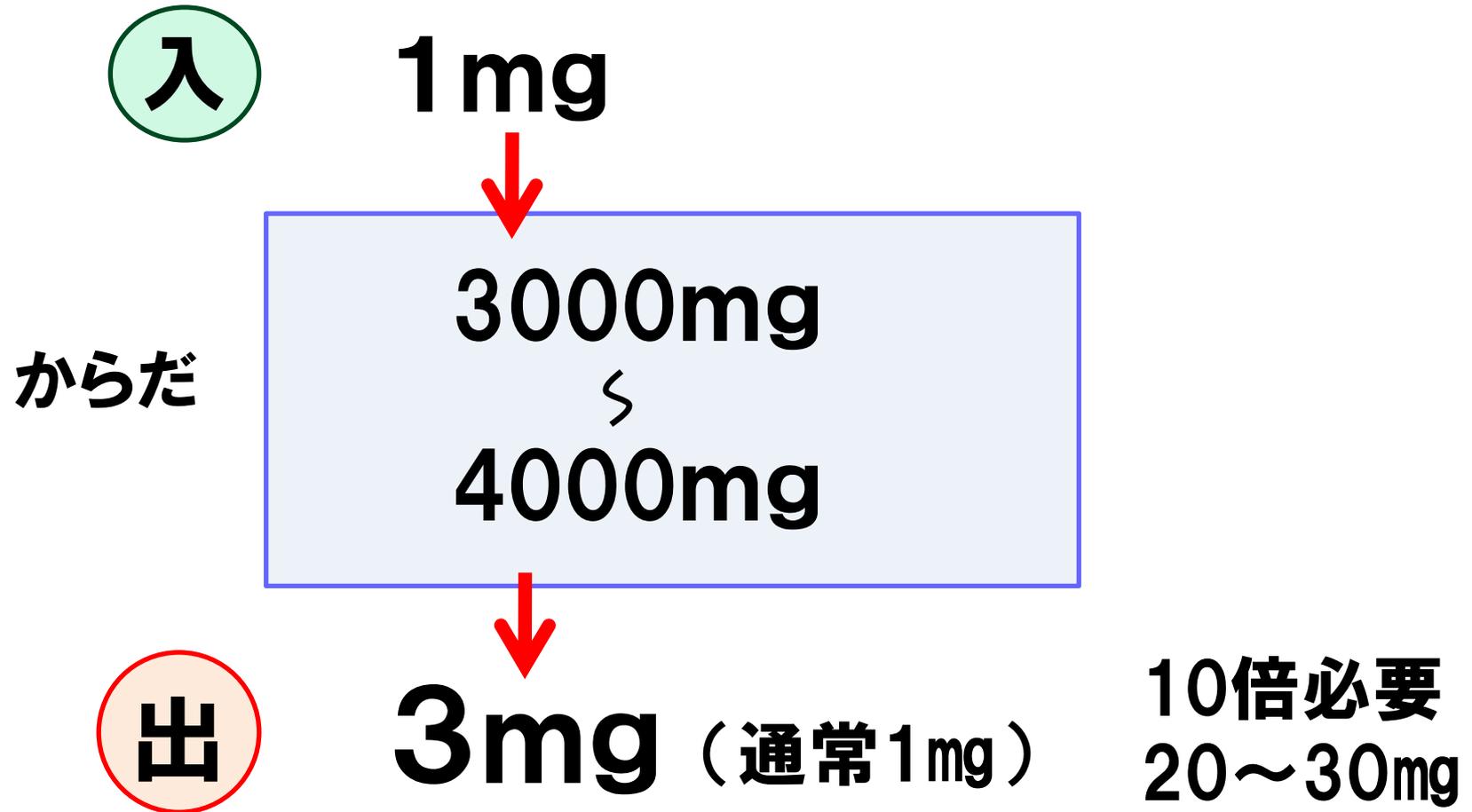
< 12ng/ml

もしくは総鉄結合能(TIBC) > 360 μ g/ml

やせていない子にも貧血は多い

“ 逆に体格のいい子に多い ”

運動すると出るのが増える



月経量が多いと貧血になる

鉄推奨量 (2010年)

成人女性	月経なし	6.0mg
(18-29才)	あり	10.5mg

日本人の食事摂取基準 2010年版

月経がない方がいいと言われた理由
鉄摂取が十分でなかったため

食では間に合わない

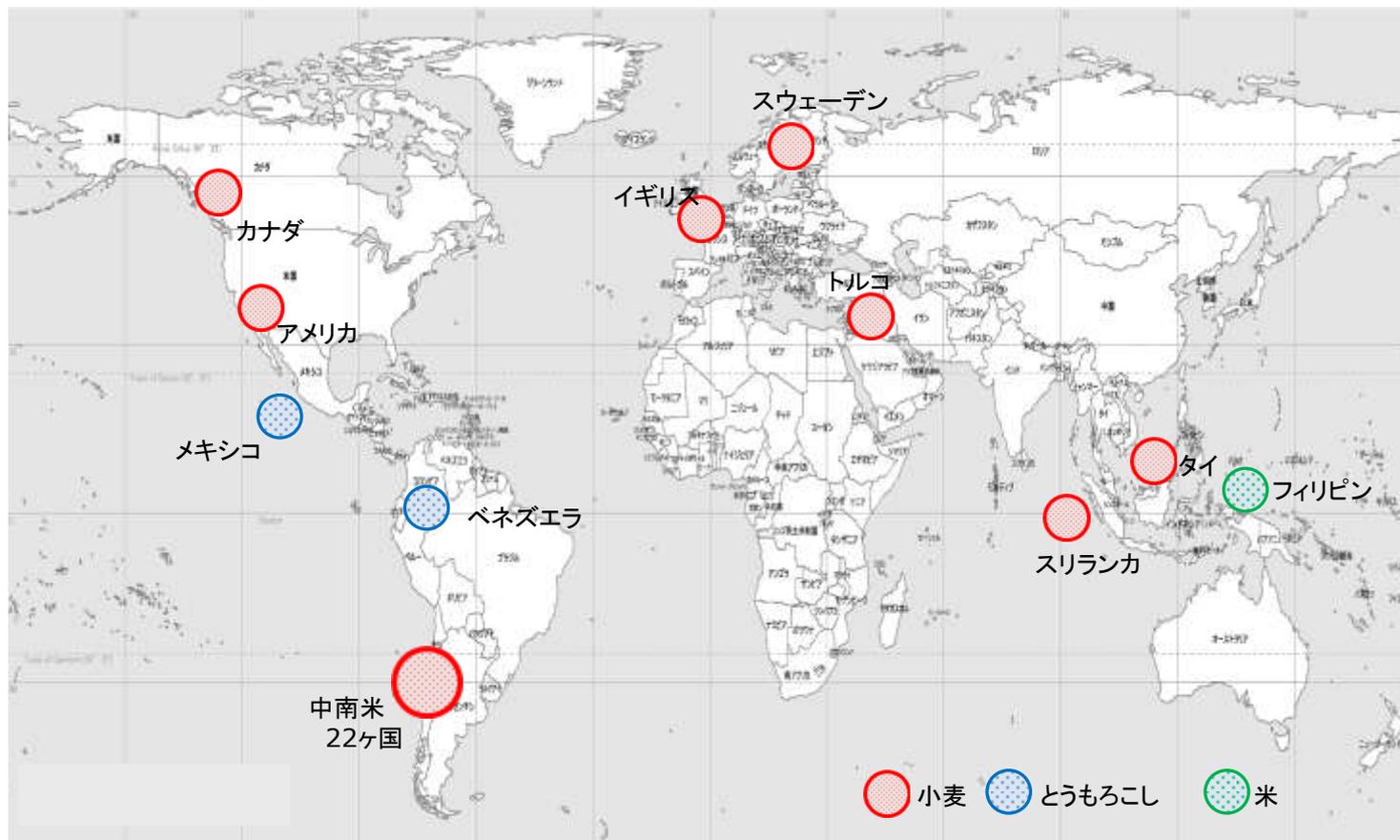
30mgとるためには…

レバー

230 g/日

海外では主食の中に鉄が入っている

主食に鉄添加が行われている国



この他に調味料に加えている国：中国・ベトナム・モロッコなど

～日本鉄バイオサイエンス学会調べ～

平成24年2月17日放送視点・論点「鉄で走れ」より

運動選手によくみられる月経異常

稀発月経

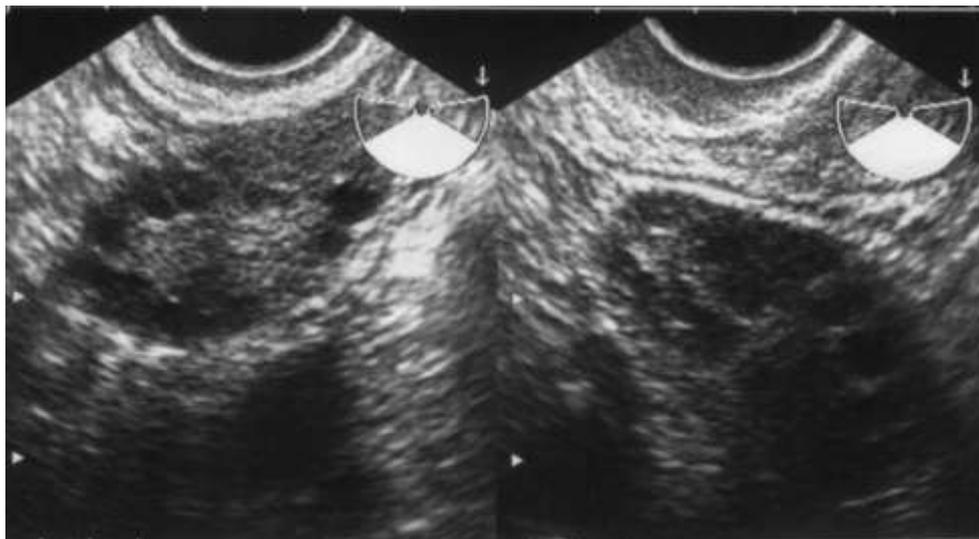
39～90日(周期)

※無月経よりもむしろ多い

こうした稀発月経の選手

**多嚢胞性卵巣症候群
(PCOS)**

**が多く含まれている
と考えられている**

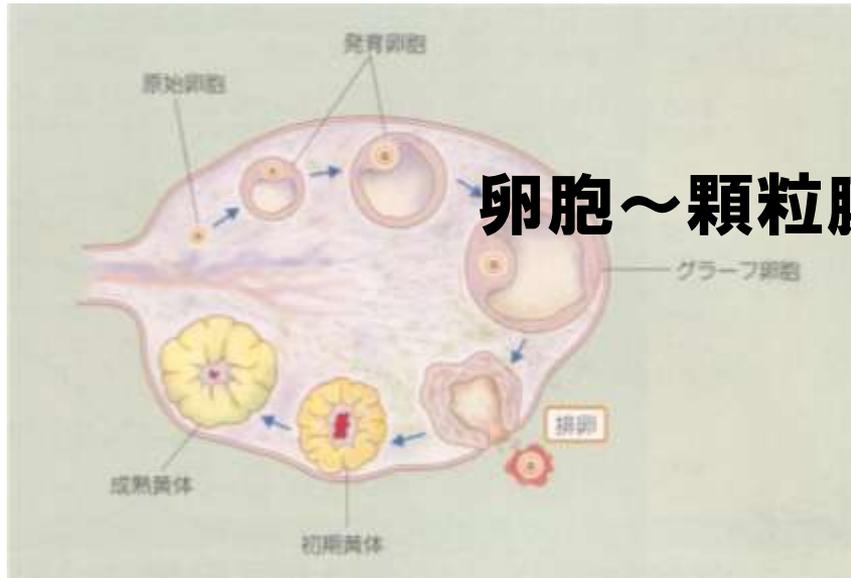


**超音波所見：
首輪状**

※排卵がない もしくは少ない

排卵がないと エストロゲンに変換されない

卵巣表面～莢膜細胞：テストステロンが作られる



卵胞～顆粒膜細胞：エストロゲン
へ変換

⇒テストステロン上昇

多嚢胞性卵巣症候群のホルモン環境

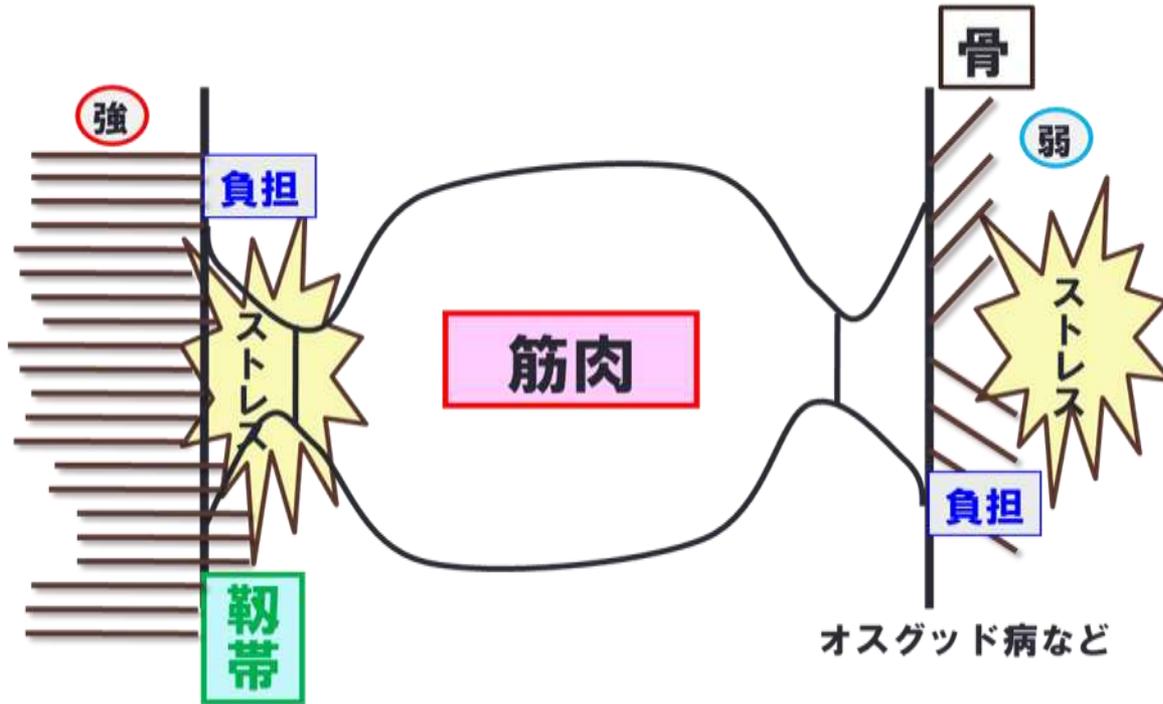
**男性ホルモン – 高 > 56pg/ml
(テストステロン)**

(黄体化(刺激)ホルモン(LH) – 高 > 10mIU/ml)

通常 30–40 pg/ml

スポーツ選手にPCOSが多いと言うよりもともとPCOSで高テストステロン状態の人がスポーツをしているのかも知れない

筋肥大の功罪



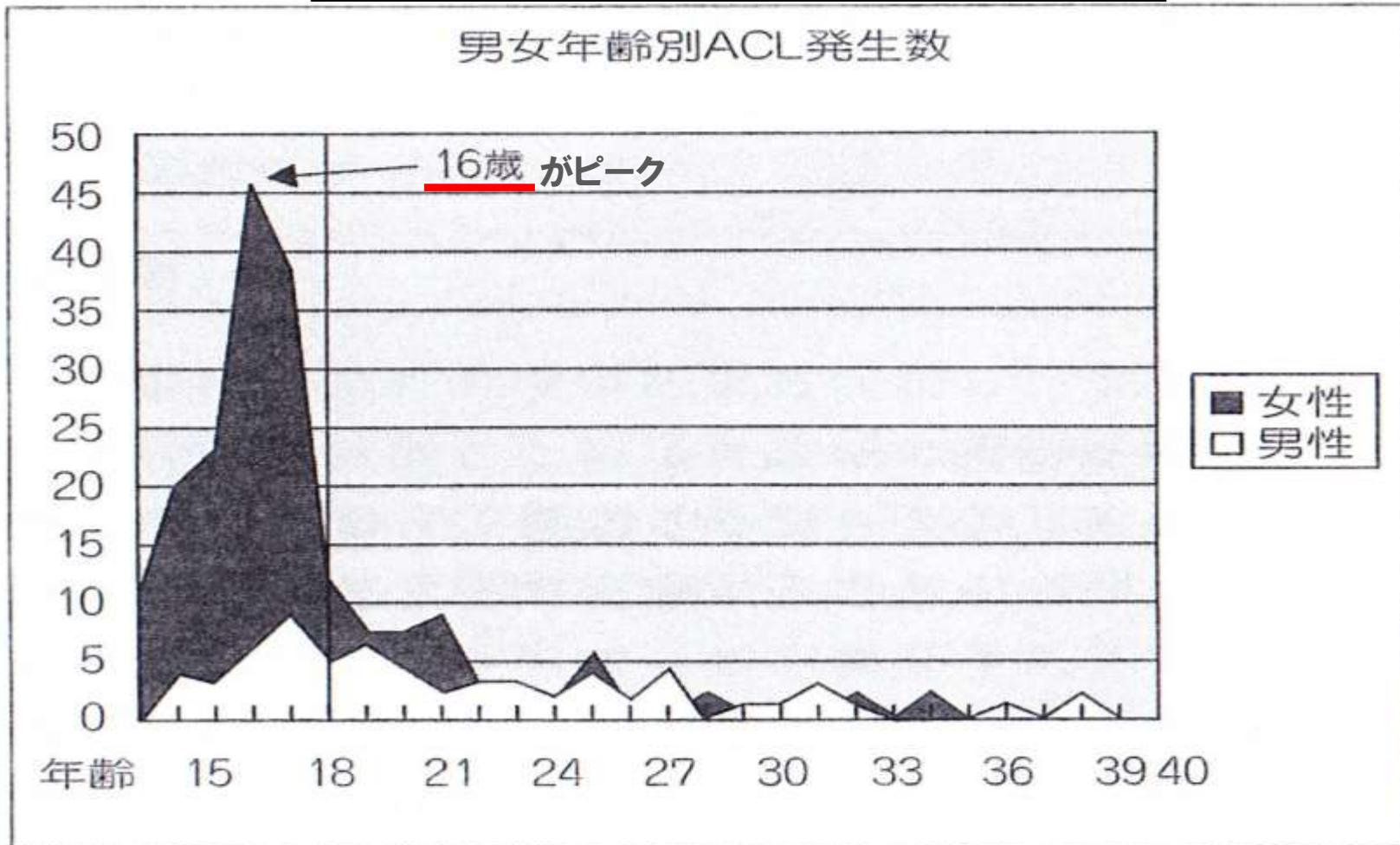
骨・靭帯に過剰な負担をかける可能性
女性アスリートに

- ・疲労骨折
- ・前十字靭帯損傷

が多い理由と考えている

女性アスリートに多い疾患 その1

前十字靭帯損傷の頻度(性差)



男女・年齢別 ACL 損傷発生数

13歳から40歳までの男女別発生件数

靱帯損傷の頻度

**低容量ピルを内服している人
(エストロゲン・プロゲステロン含剤)**

**靱帯損傷を含めた外傷が少ない
(Moller-Nielsen 1989)**

靱帯はコラーゲンからできている

コラーゲン合成に

ビタミンC

が必要は
よく知られています

※補酵素

コラーゲン合成には鉄が必要

鉄も必要

補欠分子族

酵素活性に必要

鉄

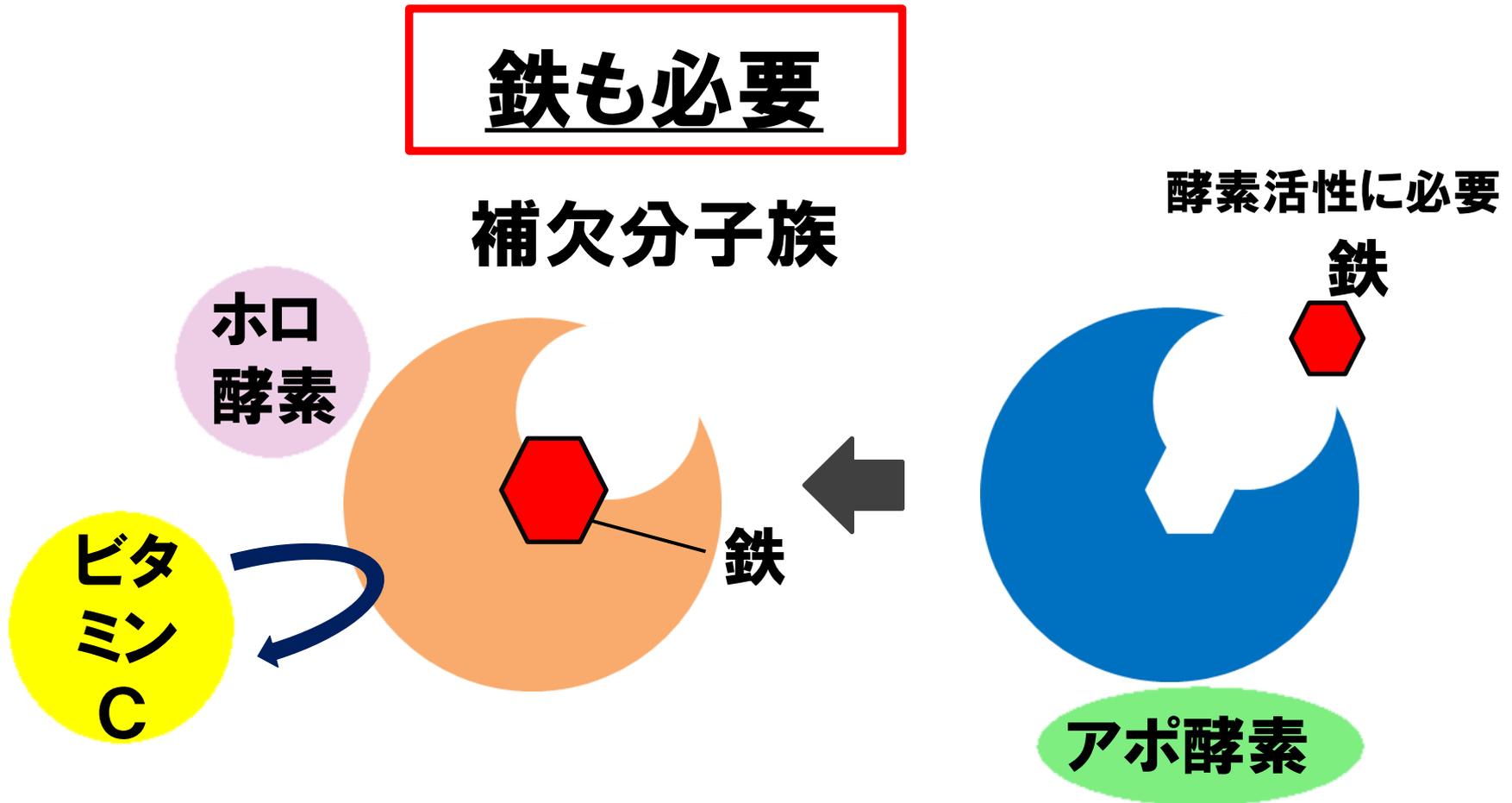
ホロ
酵素

鉄

ビタ
ミン
C

アポ酵素

ハイドロキシプロリン合成



低用量ピル

月経困難症のファーストチョイス

2010年12月



2011年8月



2012年8月



MRI像

妊娠と運動

- **目的**

妊娠による肥満、糖尿病、高血圧、

静脈瘤の予防

気分転換

体力維持や持久力の獲得



妊娠・出産後のスポーツ

これまではあまり考えてこられなかった

以前はママさんバレーくらい

最近ではトップアスリートも多く

見られる

<産後の活躍の条件>

妊娠中に骨密度を十分に獲得しておく

卵胞ホルモンとカルシウム吸収率

		<u>エストラジオール値(pg/ml)</u>	<u>カルシウム吸収率</u>
(非妊娠)	黄体期	45-300	23±8%
(妊娠時)	妊娠10-15週	800-5500	↓
	>13週	11000-49000	

<産後の活躍の条件>

鉄も十分にとる

妊婦鉄所要量

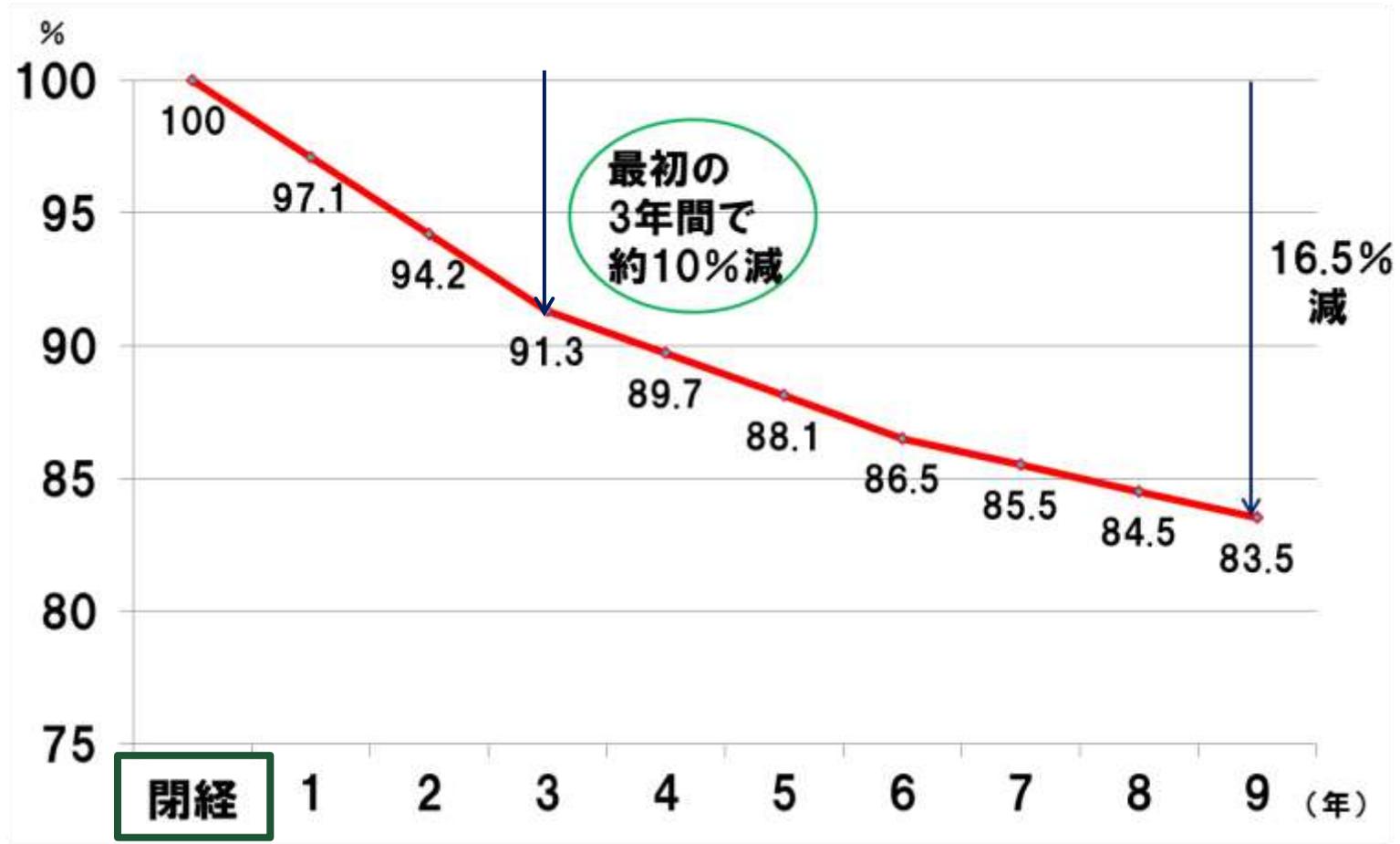
妊娠中・後期 (30-49歳)として

2010	平均必要量	推奨量
	18.5 mg	21.5 mg
(2005)	(17.5)	(19.5)

更年期・老年期と運動

- **生活習慣病：肥満、脂質異常、高血圧症、動脈硬化、
虚血性心疾患**
- **更年期障害**
基本的にエストロゲンの欠乏
運動によりKuppermann指数の低下(症状の軽快)
- **骨粗鬆症**
戸外で日光を浴びることによるビタミンD合成の促進
骨吸収亢進の抑制
食欲亢進によるCa摂取量の増加
- **運動器障害(ロコモティブシンドローム)の予防**
筋力低下に対応する

閉経周辺期の密度の低下



閉経後年数

中高年ホルモン補充療法

予防を考えるなら

閉経前からの

開始が望ましいのでは

HKB48

(閉経ビフォア48歳)から

変形性膝関節症

（発生に性差がある）

～高齢者では男性の4倍

60歳前後がピーク

※ 閉経後年齢も考慮すべき

～閉経後10年くらい

（閉経平均年齢 51歳）

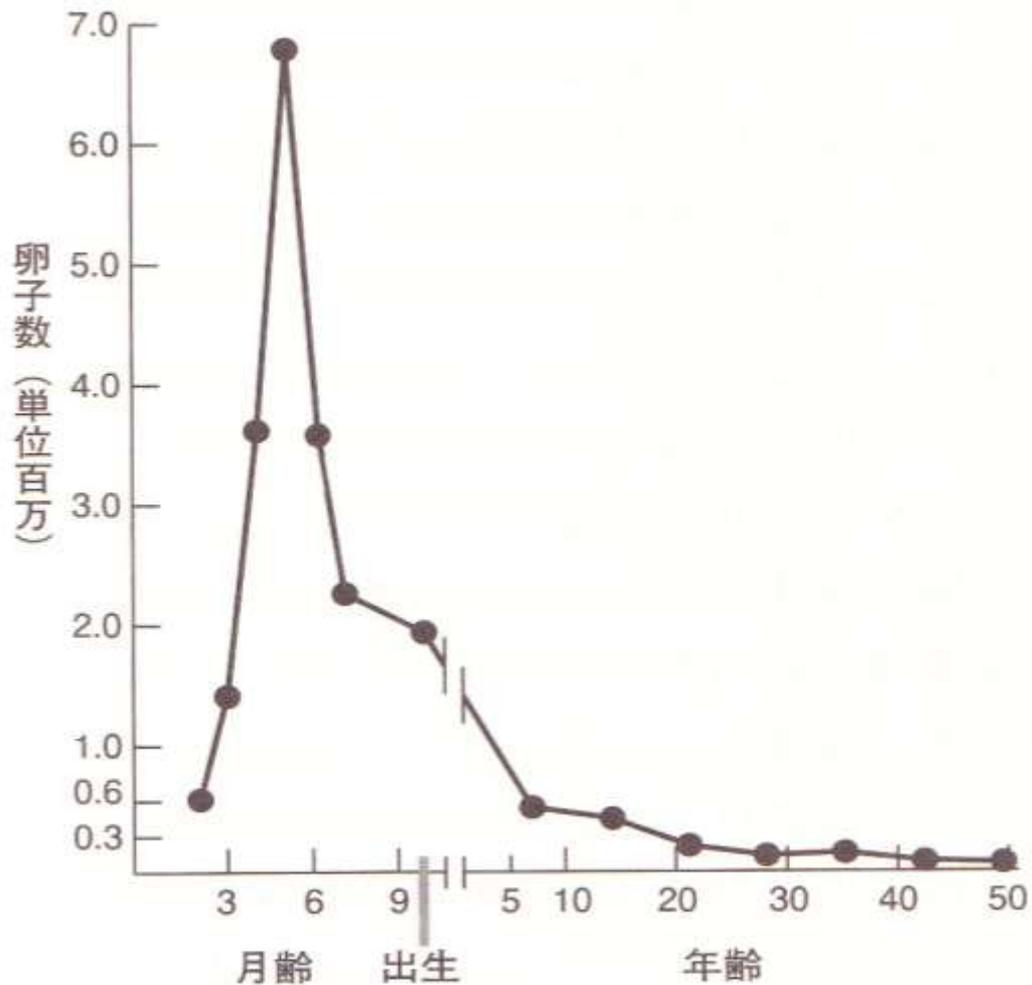
成長期

低用量ピル

ホルモン貼布剤 塗布剤

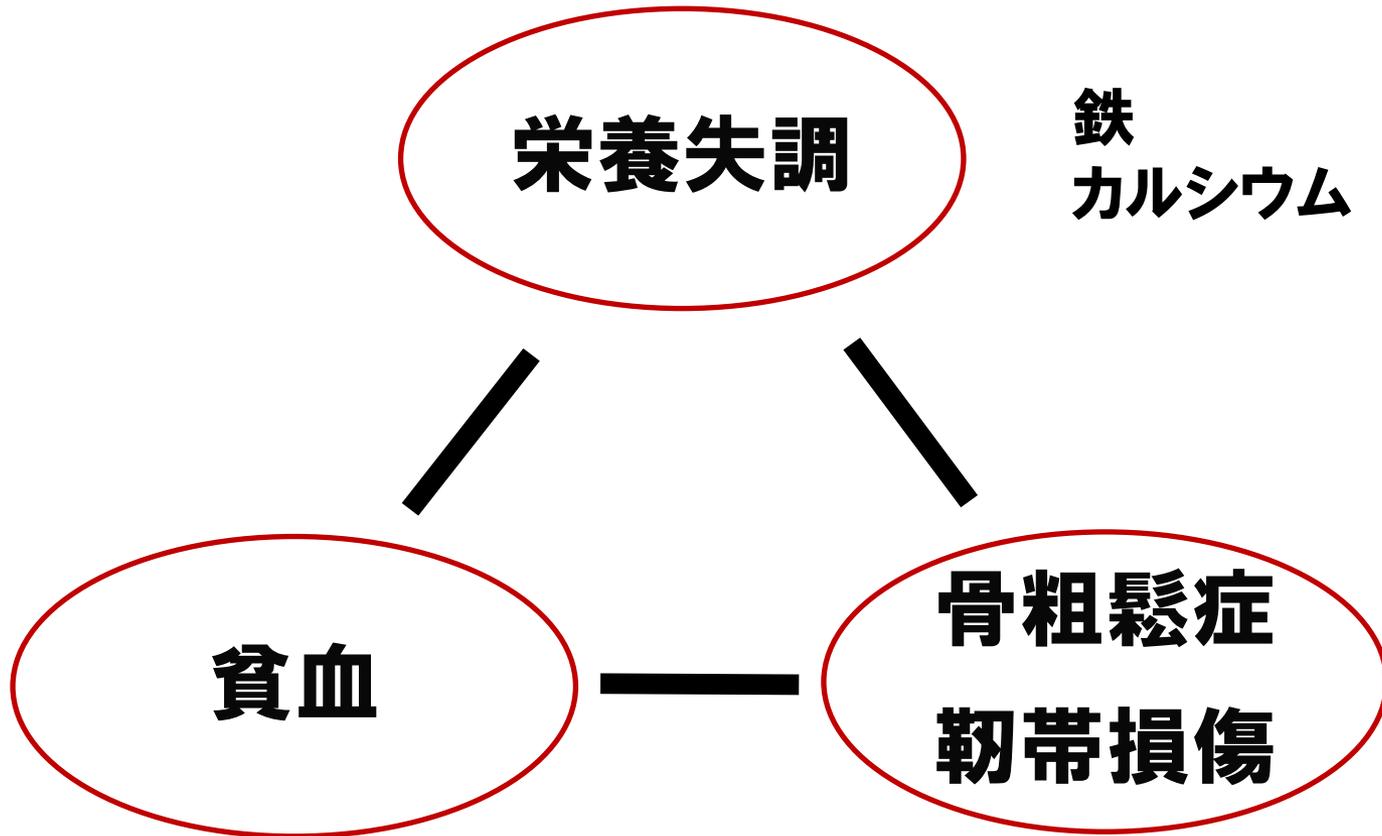
をうまく利用する

良好卵の温存



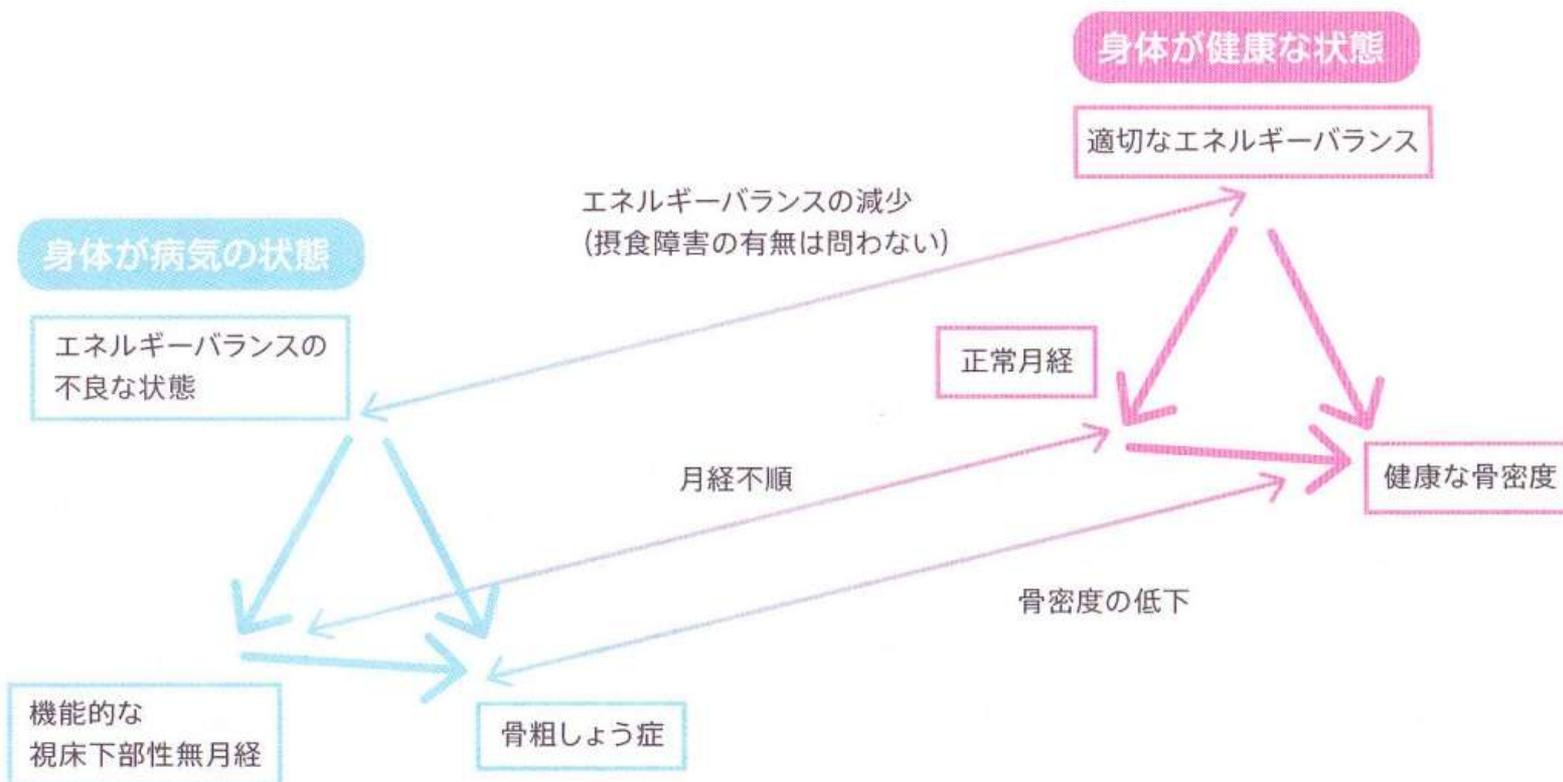
日本の新若年性アスリートの3主徴

提言



FATの関係性

- 「健康」と「病気」の間における、症候と状態(コンディション)の変化を表す。
- エネルギーバランス、月経機能、骨密度のスペクトラムは太い三角形となり、相互に影響し合っている。
- 各スペクトラムは、食事や運動習慣により状態が変化しうる。



※American College of Sports Medicine 2007 を基に、上原2009の図を一部改変し、順天堂大学が作成。