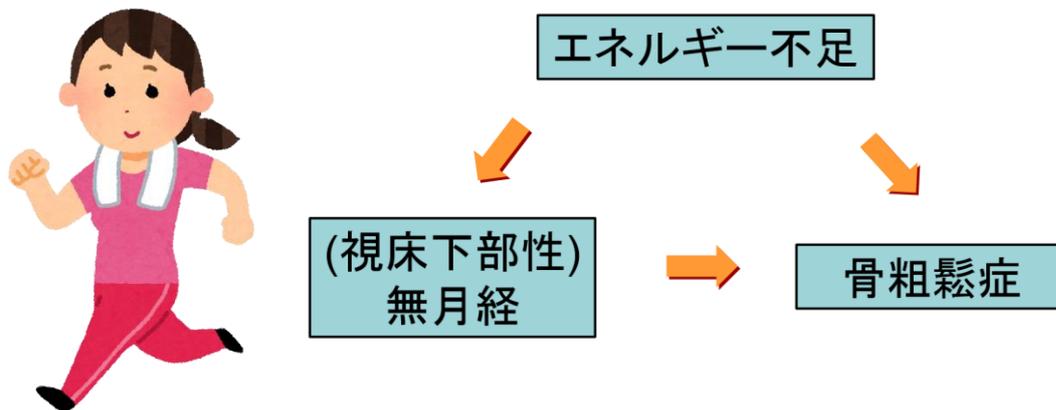


エネルギー不足・ホルモン不足を念頭に置いた

## 女性アスリートの三主徴の評価のための検査データの見方 (2)



女性アスリートの3主徴の根本原因は「エネルギー不足」である。

女性アスリートの3主徴は「骨粗鬆症」にならないために「エネルギー不足」にならないようにそしてそれに引き続いて生じる「ホルモン不足」にならないようにすることである。

エネルギー不足は

アメリカスポーツ医学会 low energy availability : LEA (利用できるエネルギーの不足)

国際オリンピック委員会

relative energy deficiency in sport : RED-S (スポーツにおける相対的エネルギー不足)

ともに**栄養失調**といった絶対的な不足ではなく、運動量が多すぎたり食事の量が少なかったりして生じる。

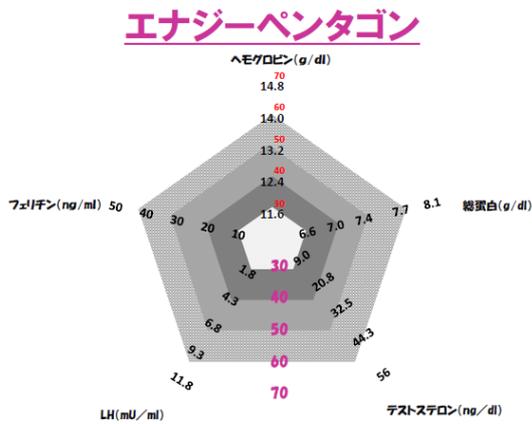
日本人の栄養摂取基準でも熱量(カロリー)の過不足は「体重」で判断すると変更になっている。

体重は客観的評価として大切であるが、血圧や体温と異なり、それ以前からの変化が大事で病院やクリニックを受診してワンポイントの測定では意味がない。他に栄養状態を把握するために客観的評価基準がなければ診療ができず、治療できても改善の判断ができないことから効果も検討できない。

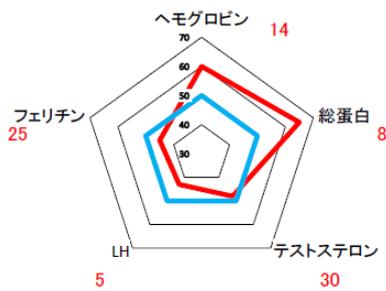
視床下部性無月経も「無月経」が中心に考えられるが、実は「視床下部性」が重要である。視床下部ホルモンの低下を評価できないためホルモン不足を下垂体ホルモンと性腺ホルモンの低下で判断する。

女性アスリートのエネルギー不足とホルモン不足を客観的に評価でき、特殊な項目でなくなるべく一般的などこのクリニックでもオーダーできる血液検査項目を基にした女性アスリートの3主徴の評価基準(FATスコア)を作製した。

## エナジーペンタゴン



## 今回の結果



偏差値	ヘモグロビン (g/dl)	総蛋白 (g/dl)	テストステロン (ng/dl)	LH	フェリチン (ng/ml)
70	14.8	8.1	56	11.8	50.0
60	14	7.7	44.3	9.3	40.0
50	13.2	7.4	32.5	6.8	30.0
40	12.4	7	20.8	4.3	20.0
30	11.6	6.6	9	1.8	10.0

### あなたの数値

ヘモグロビン	総蛋白	テストステロン	LH	フェリチン
14	8	30	5	25

### あなたの偏差値

ヘモグロビン	総蛋白	テストステロン	LH	フェリチン
60	65	48	43	45

## 偏差値計算

ヘモグロビン

$$\frac{\text{実測値} \text{ — } 13.2}{0.8} \times 10 + 50$$

総蛋白

$$\frac{\text{実測値} \text{ — } 7.4}{1.4} \times 10 + 50$$

※テストステロン

$$\frac{\text{実測値} \text{ — } 32.5}{11.8} \times 10 + 50$$

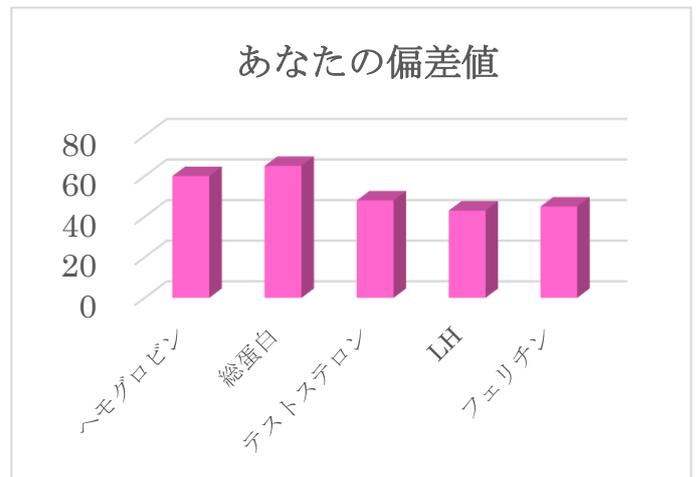
※LH

$$\frac{\text{実測値} \text{ — } 6.6}{10} \times 10 + 50$$

フェリチン

$$\frac{\text{実測値} \text{ — } 30}{10} \times 10 + 50$$

## あなたの偏差値



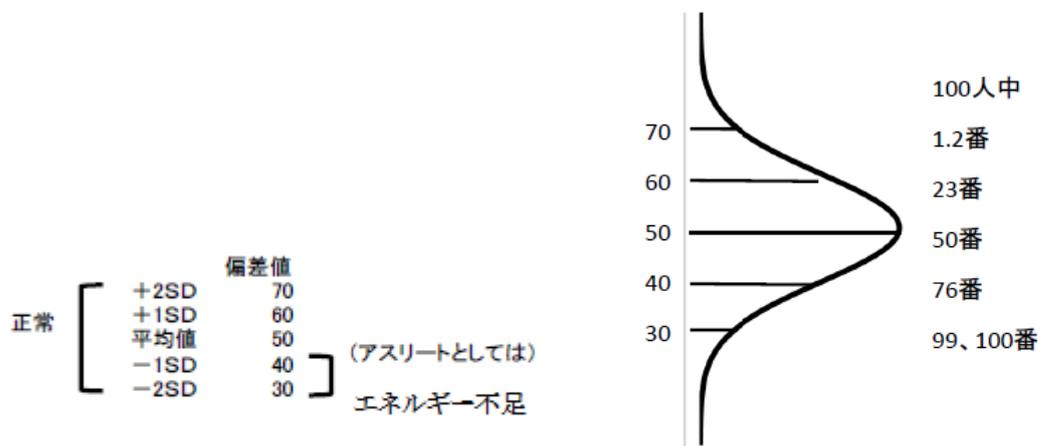
5つの指標を5角形（ペンタゴン）の形でエネルギー不足（ヘモグロビン・フェリチン・総蛋白）・ホルモン不足（LH・テストステロン）を評価する。

ポイントが低く、5角形が小さい場合はエネルギー不足と判断される。5角形のバランスがよくない場合もエネルギー状態に問題があると判断する。

エネルギー不足の判定を目的におおまかに偏差値表示する。

## エネルギー不足のレベルの考え方

平均値が偏差値 50、-1SD を 40、-2SD を 30、それ以下は 20 とした。



通常検査値は平均を挟んで標準偏差 (SD) (偏差値) を基準として +2SD (偏差値 70) を正常上限、-2SD (偏差値 30) を正常下限と決めているものがほとんどである。つまり上位、下位 2% ほどの逸脱が病的レベルとの判断である。従ってこれをそのままアスリートの判定にあてはめることはできない。

※低用量ピル内服と鉄剤内服についてはそれぞれ検査値に反映しないため、LH、フェリチンは偏差値 50 として換算。

○低用量ピル内服すると LH は 1.0mIU/ml 以下になる

○鉄剤投与ではフェリチンはかなり変動するため、50ng/ml 以上の高値でも偏差値 50 とする平均以下の場合はそのままの値で判断する。

※エネルギー不足の指標のため高値については +1SD を偏差値 60 としてそれ以上については評価しない。

※女性アスリートの 3 主徴で問題となるのは無月経の中でも視床下部性無月経である。下垂体ホルモンである LH が低下している場合、視床下部性無月経と判断される。

※LH、テストステロンが過去に 1 度でも偏差値 60 以上ある場合は多嚢胞性卵巣症候群 (Polycystic ovary syndrome : PCOS) の可能性を示唆する。PCOS は容易にエネルギー不足に陥りやすい体質を表すとして注意が必要な女性アスリートと考えられる。

## Q&A 1 栄養編

### Q1-1. 何故貧血や低蛋白がエネルギー不足と関連するのか？

偏差値	ヘモグロビン (g/dl)	総蛋白 (g/dl)	テストステロン (ng/dl)	LH (mIU/ml)	フェリチン (ng/ml)
70	14.8	8.1	56	11.8	50.0
60	14	7.7	44.3	9.3	40.0
50	13.2	7.4	32.5	6.8	30.0
40	12.4	7	20.8	4.3	20.0
30	11.6	6.6	9	1.8	10.0

<女子>

偏差値	ヘモグロビン (g/dl)	フェリチン	テスト ステロン	総蛋白
(70)	(17.5)	(100)		(8.1)
60	≥16.4	≥70	≥850	≥7.7
50	15.0	50	600	7.4
40	14.4	30	250	7.0
30	<13.5	<10	<100	<6.6

<男子>

食べ物の中には鉄が含まれており熱量 1000 キロカロリー摂取により鉄 6mg が摂れるとされている。これは日本の栄養摂取基準でもアメリカの栄養の教科書にも記されている。また、蛋白合成が低下するともしくはエネルギー不足により蛋白異化により蛋白のエネルギーへの転換が生じると血球合成に用いられる蛋白も不足する。

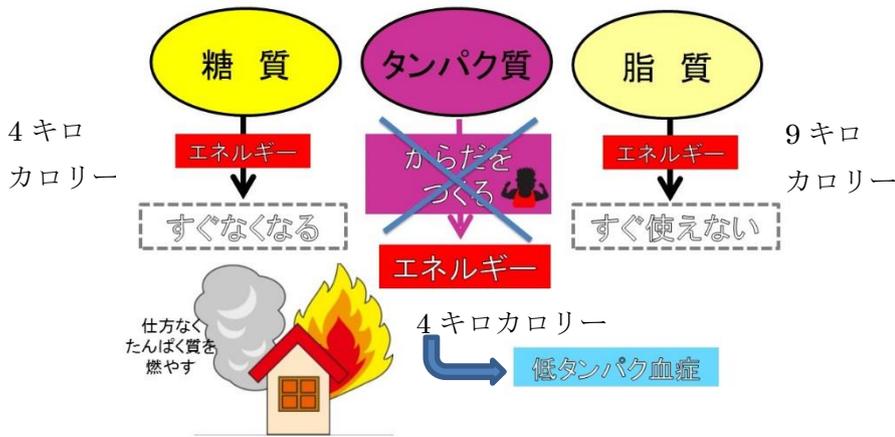
※男性もエネルギー不足を貧血で表すことができる（下表）

※思春期以前の男児には女性の基準を用いることができる

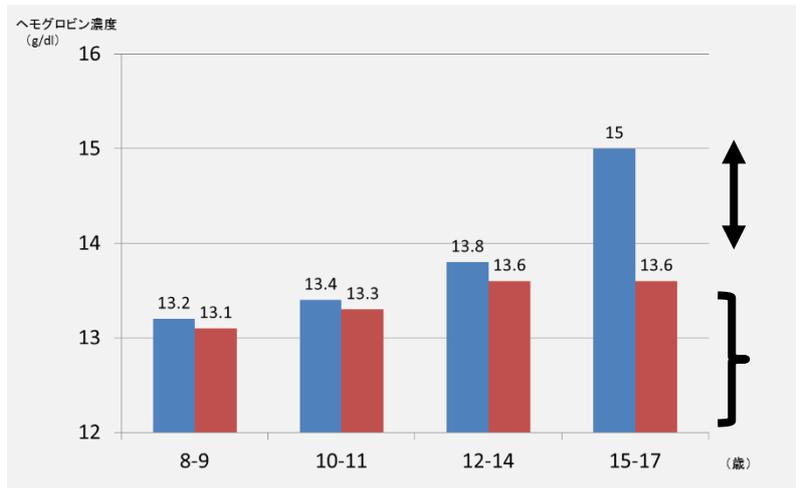
A. エネルギー不足で蛋白合成が落ちる

**Q1-2. 何故、低蛋白症が貧血と関係あるか？**

糖質・脂質がなくなるとタンパク質が動員される



A. 蛋白合成が落ちるとヘモグロビン合成も落ちる



エネルギー不足になると蛋白異化によってエネルギーを産生するため蛋白が低下する (脂肪があれば脂肪を使うがアスリートは利用できる脂肪が少ない)

エネルギー不足になると蛋白同化が低下するため、ヘムとグロビンの合成も低下することから血色素、ヘモグロビンの低下が認められると考えられる。

男性の方がヘモグロビンが高いのはテストステロンの蛋白同化作用によるところが大きいと考えられる。男性も小児では女性と同等のヘモグロビンレベルである。思春期に入り、テストステロンが激増することでヘモグロビンも増加する。

※思春期以前の男子のヘモグロビン正常域は女性と同じで、テストステロンも思春期以前は女性レベルである

※テストステロンは蛋白同化ホルモンである

※蛋白合成と関連するテストステロンはエネルギー不足で低下する

※造血能はテストステロンに相関する

### Q1-3. 若年だとヘモグロビンが上昇しにくいのは？

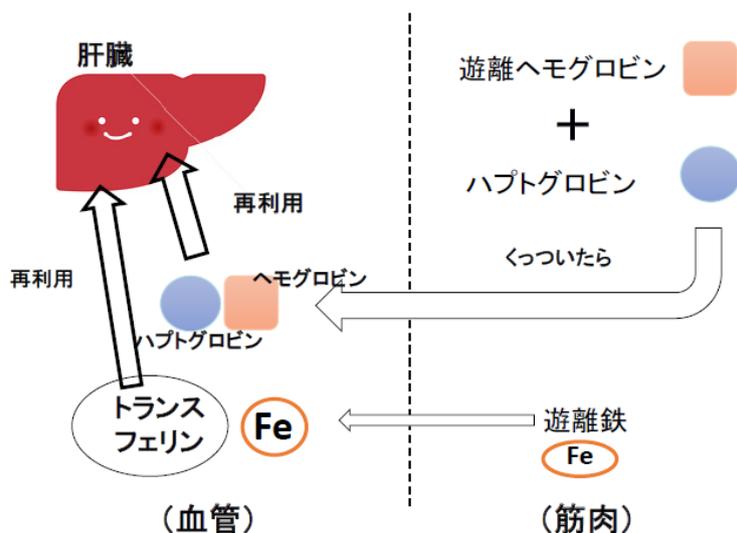
乳酸が貯まることで疲労が蓄積することと考えられてきたが、乳酸は局所的アシドーシスを生じ、そのアシドーシスの影響で溶血すると考えられている。溶血により放出された鉄はミオグロビン鉄として供与されると考えられている。

破壊された赤血球が局所に残ると遊離ヘムが刺激となり、その後の筋肉痛の元となっていくと考えられる。これが日常運動習慣がない人が急に運動した際に生じる、いわゆる「スポーツ貧血」で、運動直後でなく、時間が経ってから生じる遅発性の筋肉痛の原因とされる。ハプトグロビンが十分あれば、脾臓、肝臓に輸送されヘモグロビンの再合成に供されると考えられる。アスリート全般においてハプトグロビンが一様に低値を示していることから、運動による溶血で慢性的にハプトグロビン不足が生じていることがうかがわれる。

筋肉がつく際の蛋白供給源は赤血球膜からとされる。(運動性貧血とタンパク栄養 白木啓三 第70回日本体力医学会 2015) 機械的刺激が繰り返されると溶血が生じるとされているが、実は赤血球膜はそれほど脆弱ではなくどちらかと言うと化学的刺激の方が強く作用すると考えられる。

アスリートに貧血は鉄欠乏に加えて溶血性の部分はかなり大きく、特に筋肉が多い競技では溶血が多く生じていると推定され、陸上短距離、跳躍系、投擲系ではヘモグロビンは上昇しにくい。

筋力トレーニングなどで骨格筋量が増加する場合、筋肉組織にも組織鉄としてもミオグロビンが増加する必要があり、鉄不足になりやすい。筋量の増加は基礎代謝の増加にもつながり、相対的エネルギー不足の原因となる。筋力トレーニングなどで筋の増量を目指す場合は十分な鉄とエネルギーの補給が必要とされる。



A.ハプトグロビンの合成が追いつかない

#### Q1-4. 何故、血清鉄でなくフェリチン（貯蔵鉄）か？

フェリチンは貯蔵鉄の減少・増加を見ている。フェリチンは鉄と結合して肝臓や脾臓・骨髄などの全身に貯蔵鉄として存在している。血清中の鉄が減少してくると、フェリチンはトランスフェリンに鉄を供給し、多くなると、トランスフェリンから鉄をもらい貯蔵する。要するに、鉄を保管している倉庫の番人みたいなもので、血清中の鉄の増減をうまくコントロールする役割を果している。

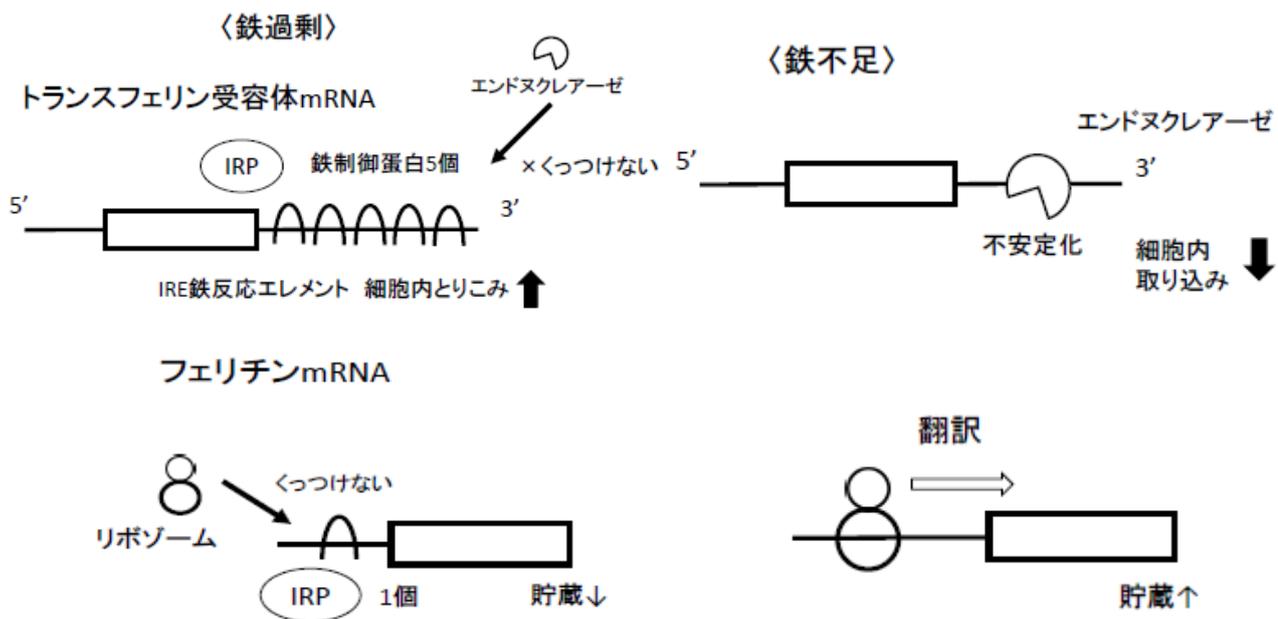
血清鉄は鉄が組織で利用されている場合は低下するため、鉄の指標とはなりにくい。造血指標としては鉄利用について血清鉄の値を総鉄結合能 (total iron binding capacity : TIBC) (※1) で割った割合で表される (トランスフェリン飽和度)。TIBC は鉄に結合できるトランスフェリンを表すが、これは鉄不足に先んじて遺伝子レベルから合成に働き、上昇して 360  $\mu\text{g}/\text{dl}$  以上はフェリチンの低下を表すとされている。

※1 総鉄結合能 (TIBC) について

総鉄結合能は血清鉄と不飽和鉄結合能の和である。トランスフェリンはほぼ TIBC に一致する。血清中のトランスフェリンは 1/3 が鉄と結合し、2/3 は鉄と未結合の状態が存在している。総鉄結合能とは、血清中のすべてのトランスフェリンが結合できる鉄の量を表す。鉄欠乏性貧血のように、鉄の量が減少するとトランスフェリン量が増加するので、総鉄結合能も増加する。

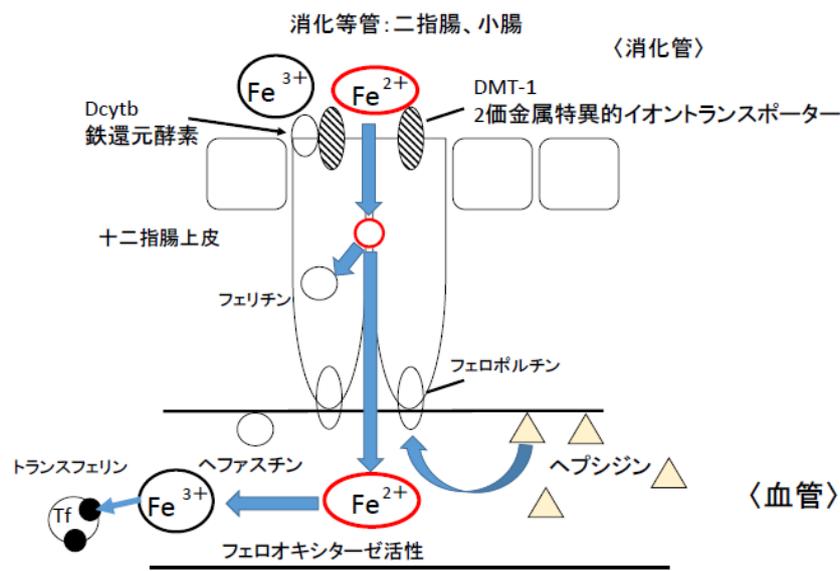
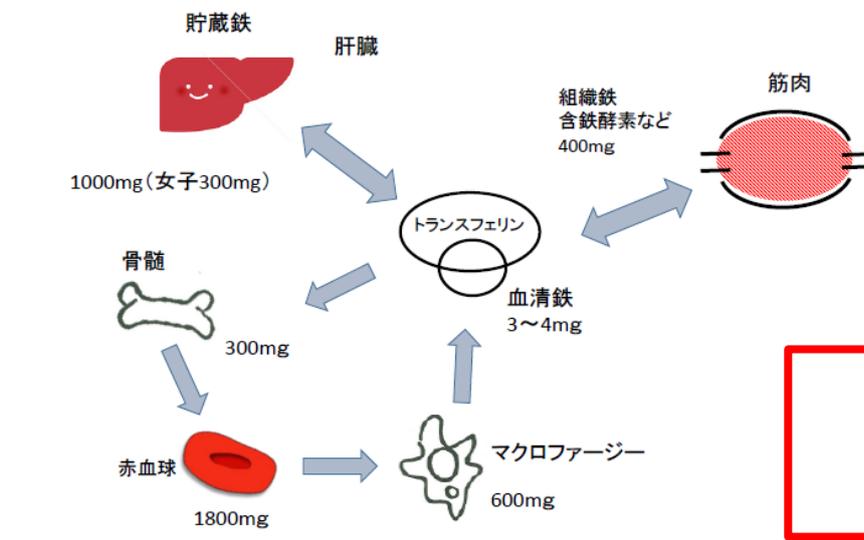
フェリチンはヘモグロビンに先行して低下することがわかっており、アスリートの貧血を見つける意味では鋭敏な指標と考えられる。フェリチンとトランスフェリンは鉄濃度に応じて遺伝子発現 (転写後調節) を変化させる。

A. 全身の鉄のレベルをコントロールされている



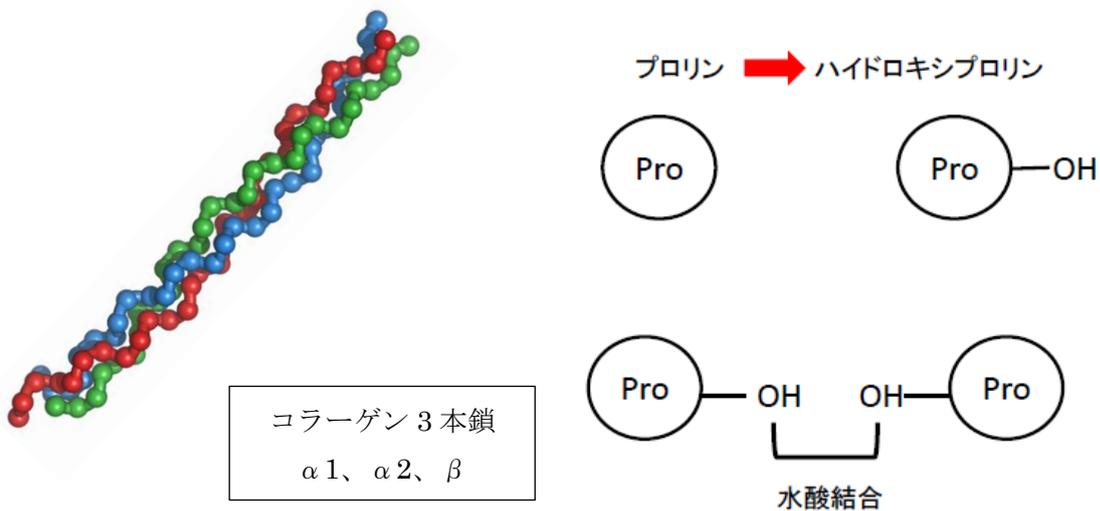
**Q1-5. フェリチンはどう関与するのか？**

フェリチンは肝臓に貯えられていると考えられがちであるが、実は細胞内に多くあるとされる。その増減は実に巧妙に遺伝子レベルでコントロールされている。最も多くは消化管上皮で長距離ランナーに血便が認められることは有名であるが、この消化管上皮の脱落が最も貧血に大きく働くと考えられる。長距離ランナーでフェリチンが上昇しにくいのはここに問題があるとも考えられる。逆に日常習慣的に走ることで衝撃により腸細胞の脱落に影響しなくなった場合はフェリチンは増加する。フェリチン高値にもかかわらず、ヘモグロビンが上昇しないのは鉄が有効に造血に利用されていないことを表す。つまり蛋白同化が十分でないため、ヘムやグロビンが合成されず、鉄が造血に利用されず、余剰なストックとして貯蔵されている状態になるため、フェリチンは上昇する。この場合はエネルギー不足を表していると考えられる。エネルギー不足を解消して蛋白同化を増加しない限り、ヘモグロビンは増加しないと考えられる。つまり後述のテストステロンの増加が見られれば、解決すると考える。

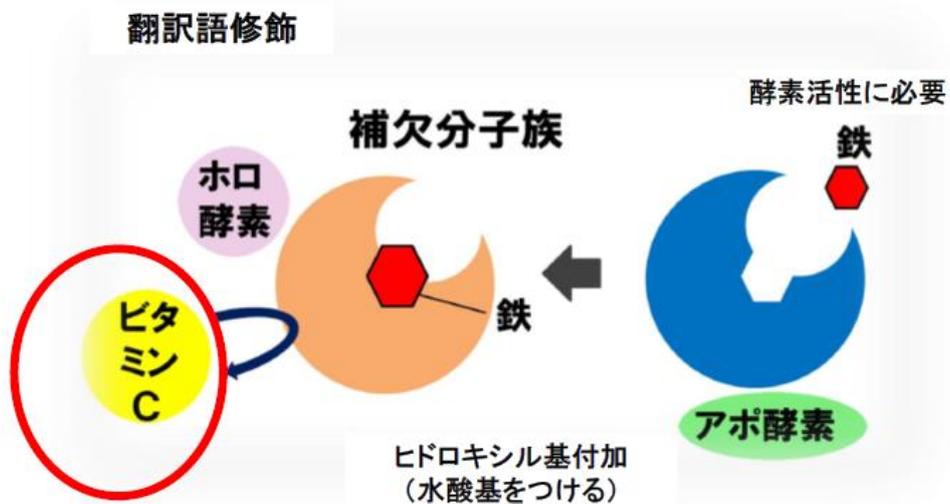


**Q1-6. 何故、貧血（鉄不足）で骨粗鬆症になるのか？**

骨強度の低下に鉄不足が関与すると言いかえる。鉄不足がコラーゲン強度を低下させる。コラーゲンは3本鎖で構成される。その3本鎖が緩まず、互いをくっつけているのが、水酸結合である。コラーゲンは大部分をプロリンで構成されている。そのプロリンを水酸化したヒドロキシプロリンがコラーゲン強度を保っている。このプロリンを水酸化する酵素に必要な金属が鉄である。コラーゲンの異常では壊血病が有名であるが、ビタミンCはこの酵素の鉄の還元が必要とされ、ビタミンCを補充することで壊血病は治る。従って鉄が不足してこの酵素の活性が失われることはコラーゲンの強度に影響することが考えられるため、鉄が骨強度に関与すると考えて良い。エネルギー不足→鉄不足→コラーゲン強度不足となり、骨強度が低下する。加えてエストロジオールの低下によるカルシウム吸収などへの影響が加わり、骨粗鬆症となることが考えられる。



**ヒドロキシプロリン合成には鉄が必要**

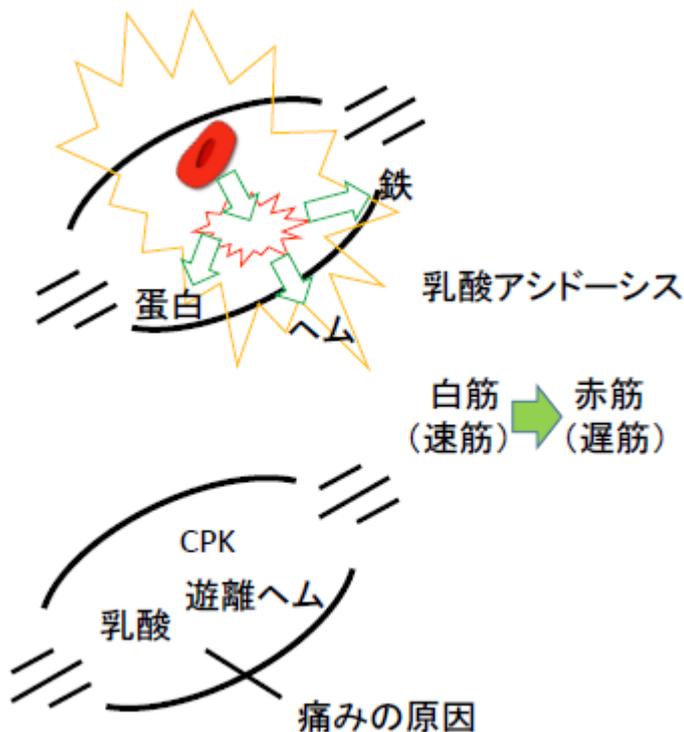


**A.鉄不足はコラーゲン強度が低下すると考えられる**

### Q1-7. アスリートの溶血との兼ね合いは？

乳酸が貯まると疲労が蓄積すると考えられてきたが、乳酸そのものは乳酸脱水素酵素（LDH）ですみやかに分解される。

トレーニングにより遅筋で産生された乳酸はすぐに速筋で消費される仕組みがあることがわかっている。乳酸は局所的アシドーシスを生じ、そのアシドーシスの影響で溶血する。溶血による赤血球膜は蛋白供給に働き、放出された鉄はミオグロビン鉄として供与されると考えられる。実は破壊された赤血球からの遊離ヘムが刺激となり、その後の筋肉痛の元となっていくと考えられる。これが日頃運動しない人が急に運動した際に生じるスポーツ貧血で運動直後でなく、時間が経ってから生じる遅発性の筋肉痛の原因とされる。ハプトグロビンが十分であれば肝臓に輸送されヘモグロビンの再合成に供されると考えられる。アスリート全般においてハプトグロビンが一律に低値を示していることから、運動により慢性的にハプトグロビン不足が生じていることが伺われる。



A. 乳酸などによるアシドーシスの  
化学的溶血の割合が大きい

### Q1-8. 思春期はスポーツをすると貧血になりやすいのか？

アスリートの場合、貧血の原因は鉄欠乏もさることながら溶血もかなり大きなウェイトを占める。

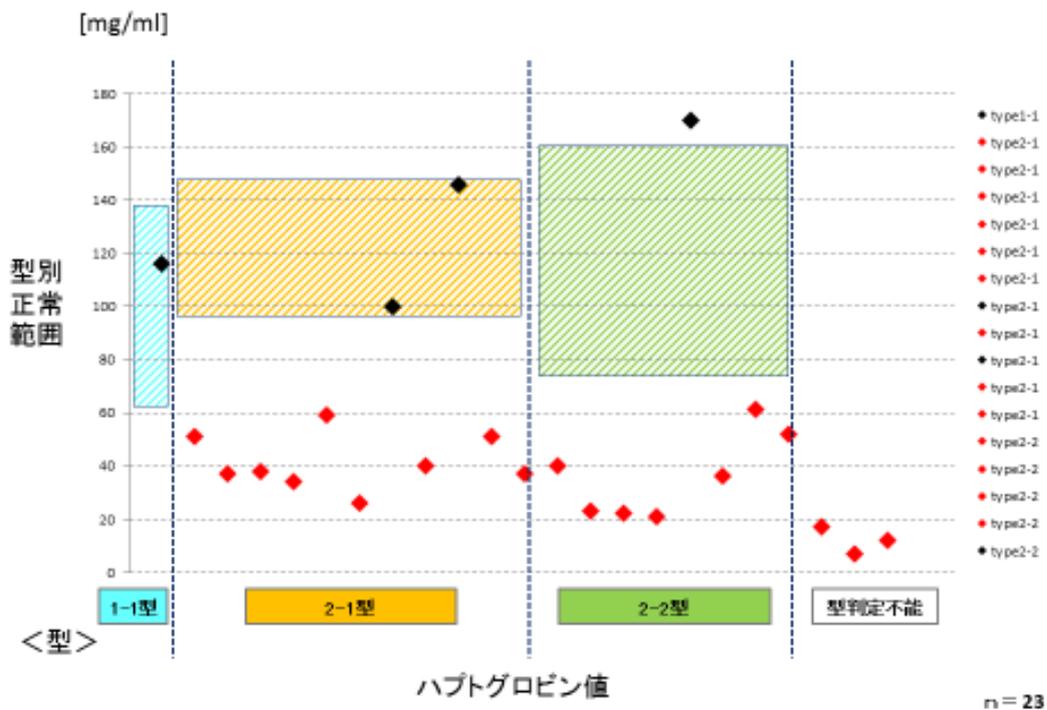
溶血を表す指標はハプトグロビンの低下であるが、もともと**スポーツ貧血**とは運動後の蛋白摂取が十分でない場合、貧血の回復が遅れることを意味していた。

ヘモグロビンが低値を示す場合は組織への酸素供給が不足することから、パフォーマンスが低下することを表す。持久力に関してはヘモグロビンの増加なしには向上しない。

体格のいい北欧のアスリートがノルディックなど持久力を必要とする競技で血液ドーピングが多いことから容易に想像されよう。鉄剤の内服はドーピング違反でないにもかかわらず、鉄剤でなく血液ドーピングであることからヘモグロビンは容易には増加しないことを意味する。

短距離、跳躍、投擲競技の筋力トレーニングなどで骨格筋量が増加する場合、筋肉組織にも組織鉄としてもミオグロビンが増加する必要があるが、筋量の増加は基礎代謝の増加につながり、一層の相対的エネルギー不足の原因となる。筋力トレーニングなどで筋の増量を目指す場合はプロテインではなく十分なエネルギーの補充が必要である。

※ハプトグロビンはスポーツをしている中・高生はほとんどが低値を示す



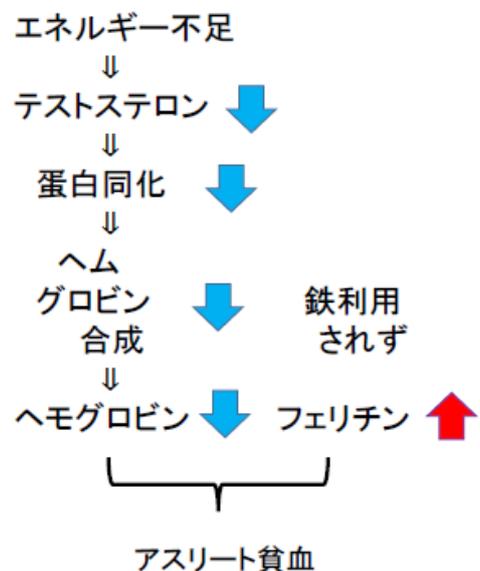
A.鉄欠乏だけでなく溶血性加わる

### Q1-9. 何故、貧血とエネルギー不足が関連するのか？

総蛋白の低下と共にアスリートに特徴的なことは一般の人に比べ体脂肪の少なさが代謝に影響する。通常、糖質が不足すると脂質が利用されるが、それがいないため蛋白が熱量産生に用いられる。蛋白異化作用が生じていないか合わせて尿素窒素 (BUN)、BUN/クレアチニン比の上昇を確認する。アスリートの場合、運動による消費はある程度仕方がないため、いかに回復させるかに重点を置いた対応が大事である。痩せでなく、逆に体格がいい場合、筋破壊の指標としてクレアチンホスホキナーゼ (CPK)、尿酸 (UA)、赤血球破壊の指標として LDH、AST/ALT が上昇する。これらの改善に運動後のケアが必要である。十分な水分補給、エネルギー補給を行った上でのジョギング、ストレッチなどのダウン、加えて栄養補給と血行促進目的の入浴 (シャワーでなく、できれば立位浴) さらに蛋白同化を促すための睡眠、脱水回復目的に朝食によるエネルギー摂取に努める。あくまでもエネルギー不足の解消が重要で、蛋白質、プロテインの補給でない。※脂肪が多い場合はβ酸化などにより脂質のエネルギー化が起こるが、アスリートの場合、脂肪が少ないため、脂質からのエネルギー動員は見られず、専ら蛋白質の利用となると考えられる。

栄養失調を考えてみるとよくわかる。蛋白とエネルギーが複合して欠乏して起こる低栄養が生じている。マラスムス (marasmus) とクワシオルコル (kwashiorkor) 蛋白質とエネルギー共に欠乏する飢餓に基づく状態がマラスムスである (クワシコールは蛋白欠乏による) 長期にわたりエネルギー不足になるとその不足分が貯蔵脂肪と筋蛋白の異化によって代謝される。マラスムス性クワシオルコルになると慢性的なエネルギーと蛋白の摂取不足に基礎代謝亢進が生じたもので激しい運動をした状態であまり食べれない時がこれにあたる。

#### A. マラスムス性クワシオルマルに似た状態



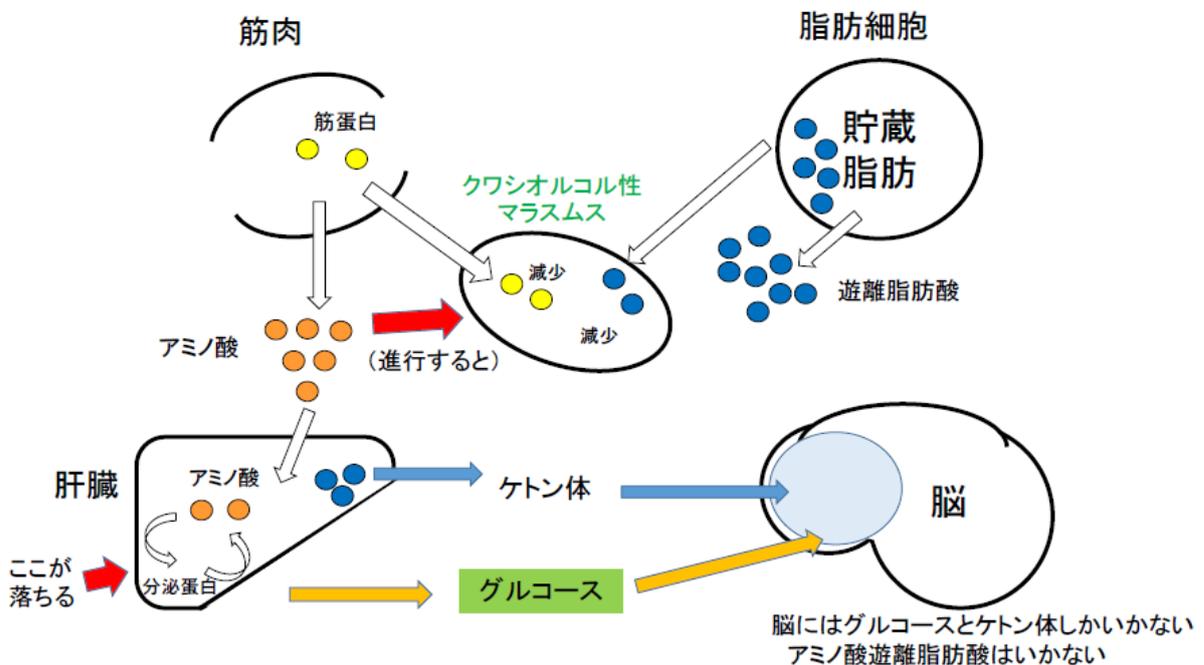
### Q1-10. エネルギー不足の際の生体適応は？

エネルギー不足でテストステロンが低下すると蛋白同化が低下する。

褥瘡の際の栄養不良評価にアルブミンが用いられるが、絶対的なエネルギー不足ではアルブミンが低下し A (アルブミン) /G (グロブリン) 比が低下する。これに対してアスリートの場合、相対的エネルギー不足で蛋白合成が全体的に低下してグロブリンも低下するため A/G 比は変化しない。(よってアルブミンまで詳しく見なくても TP で足りる) グロブリン分画も低下してくると免疫系の低下も生じ、易感染性につながると考えられる。

蛋白異化が亢進すると生じてくるのが BUN の上昇と BUN/クレアチニン比の上昇である。BUN/クレアチニン比は通常 10 前後であるが、これが 20 近くになると蛋白異化が疑われ、腎機能が低下していなければクレアチニンは 1 を越えることは少ないため BUN がおよそ 20 を越える場合は蛋白異化を表す。

同じく栄養失調の状態では筋蛋白からアミノ酸が放出される (マラスムス)。除脂肪体重は筋肉量と相関するが、健常時の 70% 以下になると窒素死 (nitrogen death) と呼ばれる。



A. 血液中の総蛋白(total protein:TP)が低下する  
血清尿素窒素(BUN)が増加する

## Q&A 2 ホルモン編

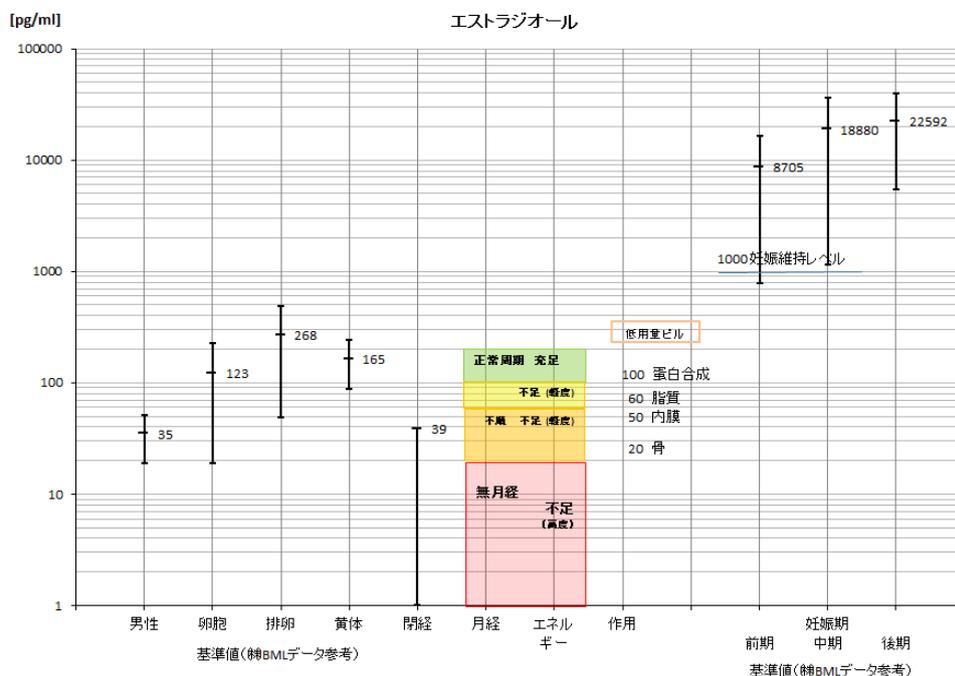
### Q2-1. 女性ホルモンの関与は？

エストラジオールの単位は pg/ml、テストステロンの単位は ng/dl であることから量的に 100 倍もの差がある。妊娠レベル (1000~20000 pg/ml) でやっとプロゲステロンレベルで妊娠中のエストラジオールレベルは蛋白合成に働いていると考えられる。骨に作用する濃度は実はかなり低い濃度 (10 pg/ml) であることがわかる。低用量ピル内服は妊娠レベルまではいかないまでも卵胞期後期のレベル (200~300 pg/ml) を保っている。骨作用というより肝での蛋白合成などに働いている可能性が高いと考えている。

<各種エストラジオール活性>

選択的エストロゲン受容体モジュレーター (SERM)	10 pg/ml
貼付型エストロゲンパッチ製剤	50 pg/ml
低用量ピル	300 pg/ml

エストラジオールの骨に対する作用については従来より低い濃度で働くことがわかっている。選択的エストロゲンモジュレーター (SERM) では骨への作用として 10pg/ml 前後と考えられている。

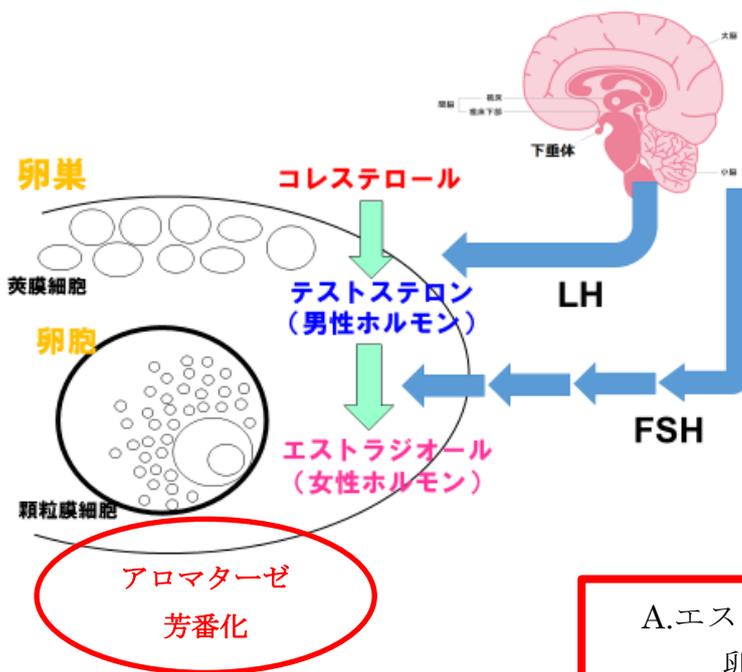


A.骨に対しては 10pg/ml  
濃度が上がると骨端線への作用

**Q2-2. 無月経とエネルギー不足とテストステロンの関連は？**

エネルギー不足は下垂体ホルモンである LH を低下させる（これが視床下部性無月経を惹起）。テストステロンの低下は LH の低下に先んじて生じ、LH の低下が認められる場合は、エネルギー不足が進行した場合に認められると考えられる。テストステロンの低下が LH の低下に起因する場合、「視床下部性」無月経の可能性が高い。

A. エネルギー不足を脳が関知して  
視床下部性に月経を止める



A. エストロゲン  
はテストステロンが  
卵胞で変換して作られる

女性アスリーートの三主徴

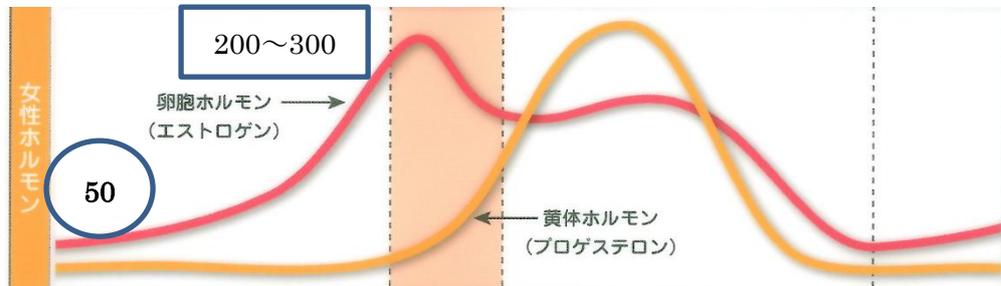
エネルギー不足

(視床下部性)  
無月経

骨粗鬆症

### Q2-3. 何故、エストロゲンでなくテストステロンか？

エストラジオール（女性ホルモン）は周期変動がある



女性アスリートの3徴においてエネルギー不足により無月経が生じるため、骨密度との関係からも女性ホルモンであるエストロゲンの90%以上を占めるエストラジオールが調べられることが多かった。エストロゲンはかなり低下している場合の評価として有効であるが、月経周期による変動があり、その値で中等度のエネルギー不足を表現することは難しい。エストラジオール20pg/ml以下ではエネルギー不足と言えるが、卵胞期初期ではそれくらいの値であることもあり、また排卵前の卵胞期後期では200-300pg/mlと10倍前後近い値になる事もある。このような変動が大きい数値を用いて、軽度・重度のエネルギー不足は判断できるが中等度のエネルギー不足を評価することは難しいと言える。

これに対し、周期的変動が少ないテストステロンは血糖値に対するHbA1cのような関係で、月経周期による変動はほとんど見られず、数か月単位の栄養状態の2~3変化を反映する。ある一定期間のエネルギー状態を反映すると考えられる。これまではテストステロンの多寡を測る基準がなかった。高い方についてはPCOSで正常上限レベル以上と漠然と高いとされてきた。今回どのレベルが高くどのレベルが低いかについて検討を行った結果、エネルギー不足に相関することがわかった。

A. テストステロンは周期変動がない

## Q2-4. 女性アスリートのテストステロン値は？

女性のテストステロンは卵巣と副腎 50%ずつ生成されている。LH 産生の上昇に伴いテストステロンも上昇すると考えられ、思春期直前より上昇してくるのが卵巣性のものと考えられる。初経前からすでに LH が上昇してくると考えられ、年齢による緩やかな増加は観察されるが、

正常範囲 9-56 ng/dl 32.5±11.75 μg/dl (平均±1 標準偏差) (検査会社)

<当院アスリートにおける検討>

9-18 歳 558 名 (16.1±1.3 歳)

29.9±17.3 ng/dl

中央値 25.02 (パーセンタイル 10% : 12.87 25% : 18.05 75% : 37.84 90% : 53.38)

20-40 が正常成人女性範囲と考えられるが、20-30 が最も多く、標準レベルが 20-30 で、一般の人はこの中に入ると思われる

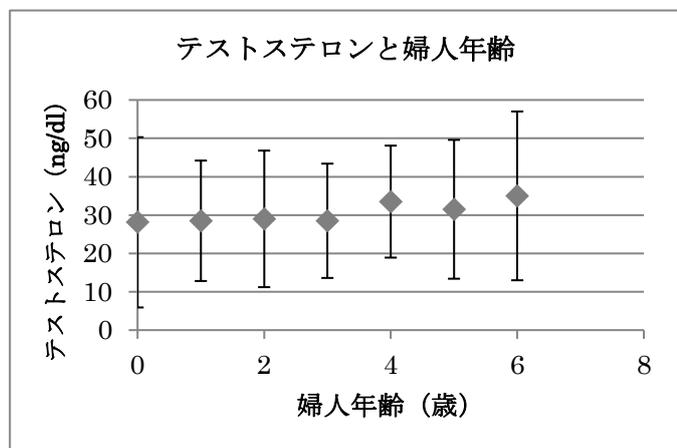
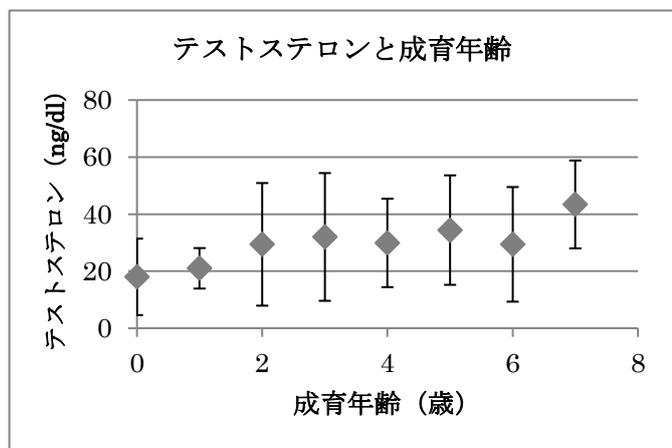
婦人年齢 0 歳が 30 前後 (初経時) 成人のレベルで

成育年齢 0 歳が 20 前後 (成長ピーク時) (初経前) 以下が小児レベルと考えられる

### スポーツ医学センター受診 累計 (n=367)

	n	testosterone
11 歳	1	11.0±0
12 歳	3	16.1±7.3
13 歳	12	17.1±5.7
14 歳	49	24.2±11.9
15 歳	96	32.7±19.5
16 歳	109	29.3±13.2
17 歳	78	30.9±14.3
18 歳	19	30.8±12.6

A.20~45ng/dl

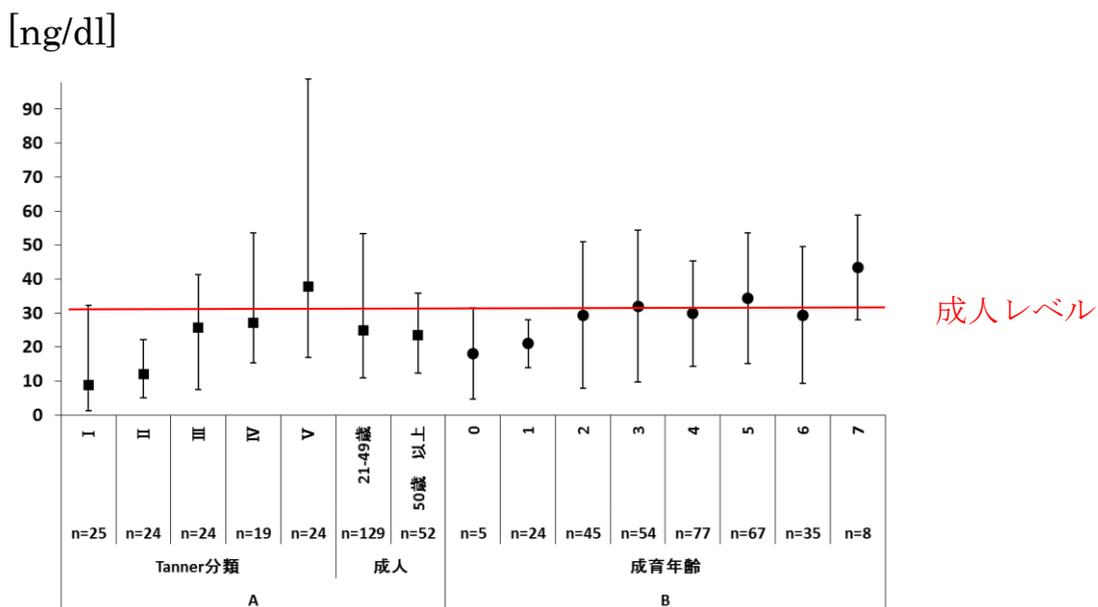
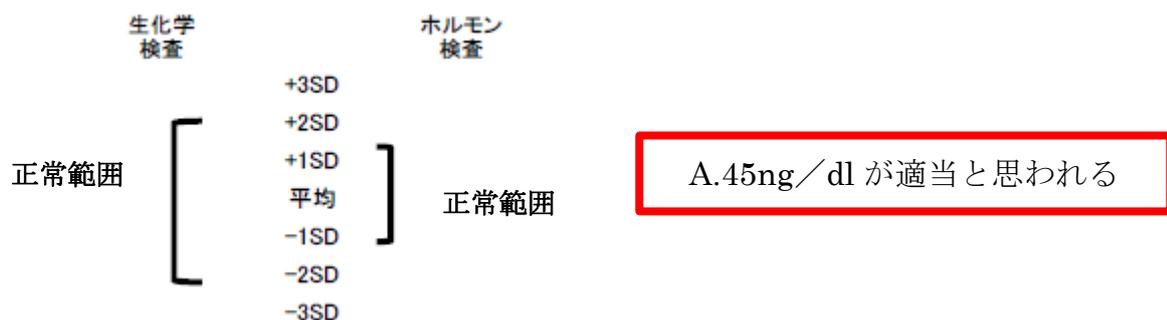


## Q2-5. 若年女性におけるテストステロンの正常上限は？

これまで女性の場合、あまり男性ホルモンの値は重要と考えられていなかったため女性ホルモンほど年齢毎の正常値は示されていなかった。

またホルモン測定の精度はここ数年著しく向上している。通常ホルモンの値は正常範囲に±1標準偏差（SD）を用いている。他の生化学的な検査は±2SDである。これまでテストステロンは生化学検査と同様に2SDであった。

日本産婦人科学会が作成した診断基準の中でテストステロンが用いられているのは多嚢胞性卵巣症候群の診断基準のみである。この中でもLH、FSHについてはキット毎の差についてまで言及されているにも関わらず、テストステロンについては「正常上限以上」としか示されていない。あまり数値そのものが細かく病態などと結びつけられていなかったことによると考えられるが、女性アスリートの場合、競技能力とも関連すると考えられ詳細に検討した。



A. アボットジャパン添付文書より

B. 西別府病院データより

**Q2-6. テストステロンは男性の 20 分の 1 で女性においてその多寡で決められないのでは？**

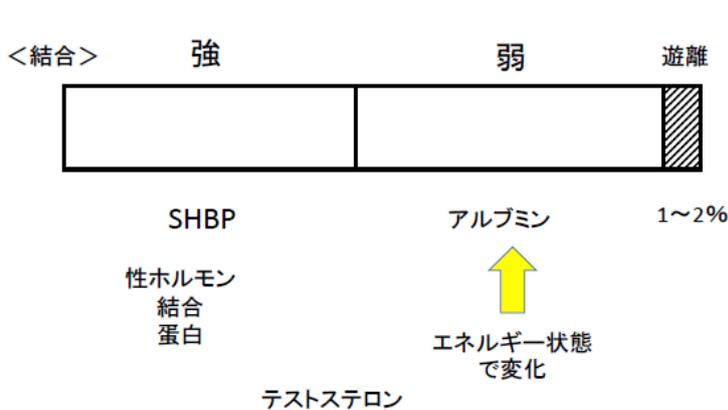
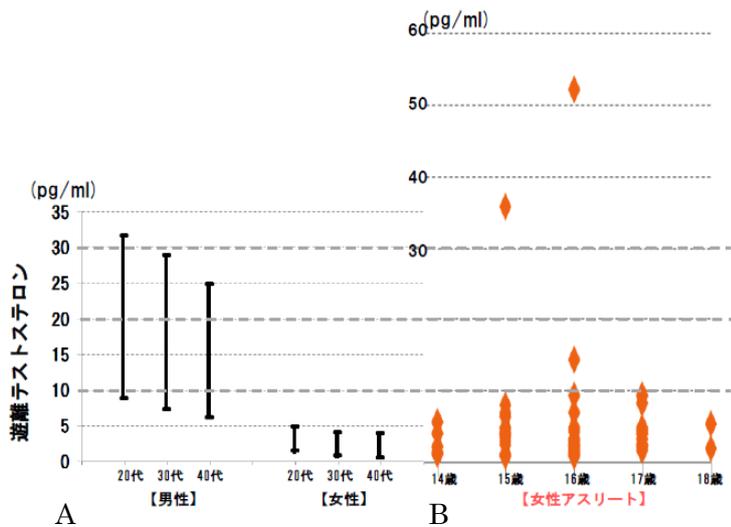
テストステロンは甲状腺ホルモンと同じで結合蛋白とくっついていない遊離型（フリーテストステロン、遊離テストステロン）が作用する。遊離テストステロンで比較すると男女差は2～5倍程度となる。実際テストステロンは強力に結合する性ホルモン結合（sex hormone binding protein: SHBP）に加えて約半分はアルブミンに緩やかに結合している。エネルギー不足となり、蛋白合成が低下した場合、アルブミンも低下して遊離型が増えると考えられ、蛋白同化を促すように防衛反応として行っているのではないかと考えられている

テストステロン（大まかな目安）

女性	正常域	10-60 pg/dl
男児	思春期以前	10-60 pg/dl
男性	正常域	300-900 pg/dl

A. 活性型の遊離テストステロンはそれほど男女差はない

遊離テストステロン



A. BML データ  
B. 西別府病院データより

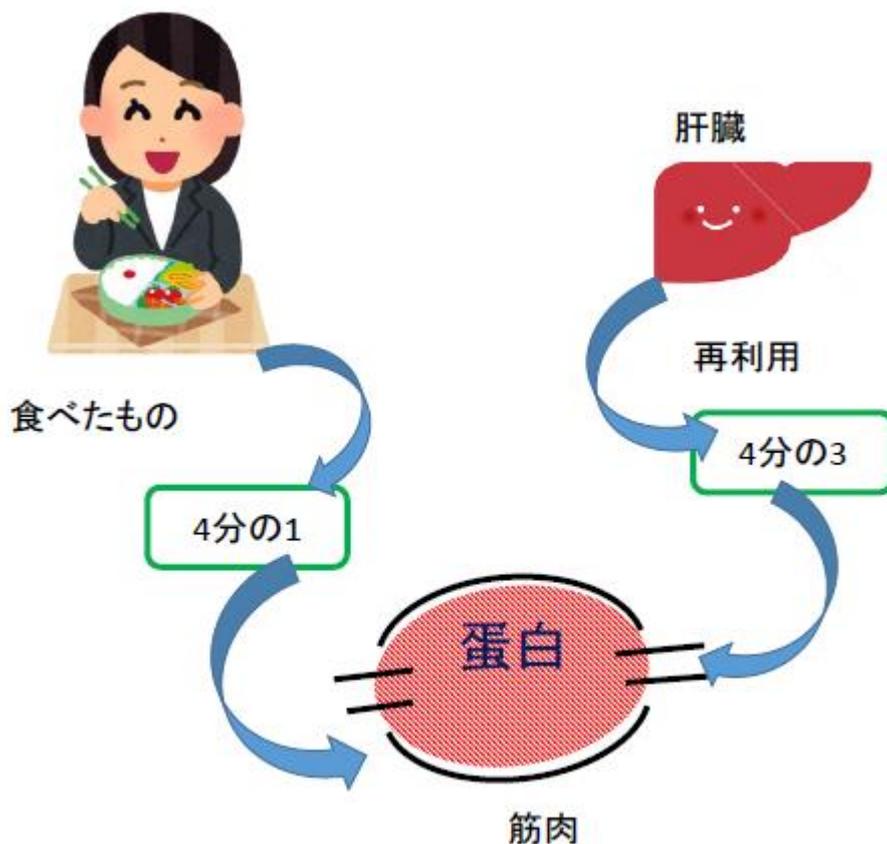
## Q2-7. テストステロンが何故エネルギー不足と関連するか？

エネルギー不足が進行すると女性においても蛋白同化効果を有するホルモンとしてテストステロンが低下すると考えられる。

テストステロンが低下して蛋白同化が低下すると全ての蛋白合成が上昇しない。

ケガや故障中は運動量が減るため食事を制限して体重コントロールすることが多いと考えられるが、エネルギー不足で蛋白合成が低下することは治りが悪いことにも通じる。摂取エネルギーは減らさず積極的に他の部位の運動を行い消費エネルギーを多くして対応すべきである。これも行き過ぎるとエネルギー不足になりかねないため体重測定だけではなく除脂肪体重、骨格筋量を測定して必要なエネルギー量を算出して過不足なくエネルギーコントロールを行う必要がある。

テストステロンを低下させないことはエストラジオールを低下させない以上に女性アスリートにとって重要なことと考えられる。



A. 蛋白同化はエネルギー不足になると落ちる