

生涯にわたるエネルギー、主要栄養素のガイダンス(総説) NEJM, April 11, 2024

「僻地で世界最先端」西伊豆健育会病院早朝カンファ 2024. 5 仲田和正

付けたり:地中海食、雨ニモマケズ、孤独のサバイバー、三内丸山の栗、父のシベリア抑留、
密告監視社会ソビエト、ベルリン秘密警察博物館、ドイツ連邦憲法、東独のスポーツ栄養学、
レニングラード包囲戦、タカ号漂流記、人類の出アフリカ

Guidance on Energy and Macronutrients across the Life Span (Review Article)

著者

•Steven B. Heymsfield, M.D.

Pennington Biomedical Research Center, Louisiana State University System,
Baton Rouge, New Brunswick, Canada

•Sue A. Shapses, Ph.D, R.D.N.

The Department of Nutritional Sciences and the New Jersey Institute for Food,
Nutrition, and Health, Rutgers University, New Brunswick, Canada

The Department of Medicine Rutgers–Robert Wood Johnson School of Medicine,

NEJM, April 11, 2024 に「生涯にわたるエネルギー、主要栄養素のガイダンス」という栄養学の
総説がありました。世界最新の栄養学の知識でわくわくしながら読みました。

ただ生化学の知識がないとごく皮相的なことしかわからないので追加説明を付けました。

とくにスポーツ栄養学に関心のある方には非常に興味深いと思います。

著者はカナダの肥満、エネルギーバランスの専門医と登録栄養士 (R.D.N: Registered Dietitian
Nutritionist) です。

最大のポイントは健康的食事として推奨するのは、野菜、フルーツ、全粒穀物(玄米、茶色のパン)、
低脂肪乳、lean meats(脂肪の少ない肉、皮なしの鶏肉など)、卵、魚介、大豆、豆、
ナッツ、種(seeds)、植物油、魚油などで、これらの摂取によりコレステロールが減り心血管
疾患リスクが減少します。また食物繊維は全く吸収されませんが血糖上昇を緩やかにします。

特に避けるべきは赤い肉(牛、豚)、加工肉(最悪はハム、ソーセージ、ベーコン、ハンバーガーなどの
精製肉で大腸がんも増加)、高脂肪乳製品(high fat dairy)、精製炭水化物(白パン、白米、
パスタ、菓子、砂糖飲料)、スイーツ等々などです。これらを避けることにより「全死亡率の少ない」
健康的食事となります。

14 歳以上では慢性疾患減少のため Na 摂取は 2.3g(食塩 5.8g)/日以下です。これ以上は
高血圧、心血管疾患リスクとなります。

また飽和脂肪酸(固形油のバター、ショートケーキ)やトランス脂肪酸(工業的に水素添加で作るマーガリン等)
を避けます。驚くことに米国ではマーガリン等の食用のトランス脂肪酸(二重結合を挟んだ炭素に
結合する水素原子がそれぞれ反対側にある。シス脂肪酸は同じ側)の製造は 2018 年に禁止され
ました。日本国内では禁止されていません。

NEJM, April 11, 2024 の「生涯にわたるエネルギー、栄養素のガイド」最重要点は下記 11 点です。長文ですので忙しい方は最重要点のみの怒涛の反復を、わかりにくい点は対応する章をお読みください。

【最重要点】

- ① 推奨は野菜, フルーツ, 全粒穀物, 低脂肪乳, lean meats(脂肪なし), 卵, 魚介, 豆, ナッツ, 植物油, 魚油。
- ② 降圧に減塩、減量かつ地中海食有効。果物・野菜のK↑で降圧(ポタシウムスイッチ)。
- ③ 避けよ: 牛, 豚, 加工肉, 高脂肪乳, 精製炭水化物, スイーツ, 飽和/トランス脂肪。酒: 男<2, 女<1drink。
- ④ 瞬発運動は筋クレアチン酸で、短距離は嫌氣的解糖、長距離は TCA サイクルでエネルギー得る。
- ⑤ 蛋白・炭水化物 1g4Cal、脂肪 1g9Cal。脂肪はβ酸化しアセチル CoA を TCA で ATP に。

- ⑥ 不飽和脂肪酸は二重結合あり植物由来で液体、飽和脂肪酸は動物由来で固体で LDL↑。
- ⑦ 植物油から工業的にマーガリン等のトランス脂肪酸ができて LDL↑。極力、不飽和脂肪酸摂取を。
- ⑧ 糖原性アミノ酸かケト原性アミノ酸から解糖・TCA で ATP 産生。NH₃ は尿素回路で無毒化。
- ⑨ 食物繊維は消化不能だが便通、血糖改善、Tch↓、BP↓、心血管・非伝染性疾患↓
- ⑩ 水を飲まなくてもグルコース、脂肪酸、蛋白質から代謝水約 300ml ができ尿となる。
- ⑪ 外傷でミトコンドリアは内なる敵(enemies within)で細菌同様全身炎症、凝固障害起こす。

1. 推奨は野菜, フルーツ, 全粒穀物, 低脂肪乳, lean meats(脂肪なし), 卵, 魚介, 豆, ナッツ, 植物油, 魚油。

マクロ栄養素(macronutrients)とは炭水化物、蛋白、脂肪のことです。

これに対しミクロ栄養素(micronutrients)はビタミンやミネラルです。

成人でのマクロ栄養素の許容範囲(The Acceptable Macronutrient Distribution Ranges)

は総摂取カロリー中、蛋白 10-35%、脂肪 20-35%、炭水化物 45-65%です。

炭水化物がこれを下回った場合の疾患発生についてははっきりしません。

1995 年頃 DASH(Dietary Approaches to Stop Hypertension) study という有名な高血圧の食事療法のトライアルがありましたが、本日の NEJM、栄養学総説の推奨はほぼこれと同じ内容でした。DASH diet は地中海式食事とほぼ同じです。

【健康的食事パターンの選択】

極力摂取すべきは、あらゆる種類の野菜、フルーツ、とくに全果物(ジュースでなく果物全体、つまり果皮、果肉、種などを含む: 線維多く血糖上昇が緩やかに)、全粒穀物(穀物の最低半分は全粒穀物に、即ち玄米や茶色のパンで血糖上昇緩やかに)、無脂肪または低脂肪乳製品、lean meats(脂肪を除いた肉、皮なしの鶏肉)、卵、魚介類、豆、ナッツ、植物油または魚油などです。

小生の家では 10 年以上、全粒穀物、即ちパンは白パンでなく茶色のパンに、ごはんは玄米にしております。バターは 10 年以上使っていません。オリーブ油が中心です。

家内とスペインに行った時、スーパーのオリーブ油コーナーに物凄い数のオリーブ油が並んでいるのにたまげました。最高級品をエキストラ・バージンオイルと言いパンに付けるとおいしいのです。

宮沢賢治の「雨ニモマケズ 風ニモマケズ」に「一日ニ玄米四合ト味噌ト少シノ野菜ヲ食べ」とあるので、玄米ってなにか悲惨な食事かと思っていましたが、慣れれば別にどうということもありません。和食は地中海式食事に非常に近いですから、減塩さえすれば理想的と小生は思っております。

正常の状態ではニューロン(神経細胞)と赤血球はエネルギー源としてブドウ糖に頼ります。

1歳から生涯に亘る炭水化物の必要量は脳でのブドウ糖の必要量で決まります。

アマゾンプライムで「Alone、孤独のサバイバー」と言う米国のテレビ番組があります。秋から冬にかけて無人島など(カナダ・バンクーバー島や、アルゼンチン・パタゴニア)で限られた道具を10選択して、できるだけ長く一人だけで生き残るサバイバルコンテストです。

火を起こすにライターやマッチは使えません。賞金は出場者10人で最後まで耐えた1人に50万ドル(1ドル152.99円として7640万円)です。脱落は無線でいつでも可能です。皆どんなに長くても2-3か月で終了していました。体重が2/3になった者もいます。

太古、人類が一体どのようにして生き延びてきたのか、自力で食物を得るのに何が問題なのかがよくわかり非常に興味深く見ました。火打石を無くした者は数日で脱落です。食物を得るのには秋の初めなら木の実がありますが、とりあえず貝、海藻、魚です。釣り針を作ることができれば魚を得ることができます。蛋白質を得るのに一番楽なのは刺し網(網を海岸に縦に立てて前進しかできぬ魚を捉える)です。

しかし魚は毎日取れるわけではないし取れすぎても保存ができません。

一方、動物蛋白を得るのは至難の技です。動物自体少ないし、すばしこいので狩りなんてできません。

そして問題は炭水化物です。摂ることが全く不可能なのです。私たちが当たり前で食べている米、麦、ジャガイモ、トウモロコシに人類がたどりつくのが、いかに困難で膨大な年月がかかったのかがよく分かりました。また定住する主な理由は穀物の栽培により炭水化物をエネルギーとして確保するためのものだあと改めて思いました。

三内丸山遺跡では5500年前から人が住み始めましたが、発掘で栗の花粉がたくさん見つかっています。最大人口は200人で村は1500年続いたと推定されています。竪穴住居の柱も腐食しにくい栗が使われ、発見された材木のなんと8割が栗なのです。栗の木の遺伝子を調べたところ同じ遺伝子型でばらつきが少なく、縄文時代人が長い年月、自分で栗を植え、食料としていたことがわかりました。

栗の実も現在の野生の栗よりも大きく、選抜して育成したことがわかります。

栗をクッキー状にして焼けば(縄文クッキー)年間の保存食になります。

小生の父は中国東北部(旧満州)の国民高等学校で教員をやっておりましたが終戦時、陸軍二等兵として応召されて敗戦となりシベリアのバルハシ湖畔のコウンラト'鉱山の捕虜収容所にいました。帰国してから詳細な手記を残してくれました。手書きの地図がありグーグルアースと比較して収容所の位置も大体わかりました。グーグルでバルハシ湖畔を見ると実に荒涼としたところで露天掘りの銅、モリブデン鉱山があります。コーカサスのチェチェン人や沿海州の朝鮮人もここに強制移住、労働させられていたとのことでした。

収容所では、ロシアパン(ライムギパン)は一人一日昼食に 350g (868Cal)ということになっていましたが、当初は軍隊の階級組織がそのまま残り、肉体労働をしない将校、下士官の中間搾取で大幅に下回りました。

朝夕の主食は飯盒の蓋に 7 分目の粥でその中身はトウモロコシ、大豆、片栗粉で重湯のようなものでした。スープは飯盒に1/3 位で中に酸っぱいキュウリの漬物とヤギ肉(蛋白質)の切れ端が 2-3 切れで肉ゼロのこともありました。しかしスープの水がガソリン臭くて皆激しい下痢に悩んだとのことでした。このような食事が来る日も来る日も続いたのです。

まもなく皆、顔や下腿が低アルブミンでむくみ始めました。約 60 万人の日本兵が捕虜となり 1 割が栄養失調で死亡しています。しかし兵隊たちが栄養失調で倒れて作業に出られなくなると下士官が、次いで将校が重労働をせざるを得なくなると結局皆で栄養失調となり、2 年目位からは皆が平等で作業、食事分配をするようになりました。

この NEJM 総説によると健康若年成人は蛋白を 0.55-0.6g/kg/日摂取で窒素バランスを neutral に保つことができます。蛋白が 0.4-0.5g/体重1kg/日以下になると筋委縮を起こします。

Digestible amino acid score(DIAAS)は蛋白質の質の評価法であり、消化吸収率を考慮に入れヒトのアミノ酸と窒素の要求にどの程度貢献するかを測定します。
牛乳、牛肉、卵のスコアが最も高く1以上で、大豆は 0.9 でアミノ酸源として有益です。

蛋白の 18 歳以上での推奨 1 日摂取量(RDA、recommended dietary allowance)は 0.8g/体重1kg/日と安全マージンを見込んでいます。幼児や小児では蛋白必要量は成長を促進するため多く、妊娠期、授乳期も多くなります。
運動選手、老人、肥満者で diet している場合は蛋白摂取が必要です。

蛋白摂取の上限は 3.5g/体重1kg/日で、2g 以上の摂取が長期間続くと副作用があります。3 歳以上で全摂取カロリー中、蛋白の割合を AMDR(acceptable macronutrient distribution range)は 10-35%としています。

米国で 2015-2018 年、米国で 1 歳以上の 6%は蛋白摂取量が少なく、とくに 71 歳以上、ヒスパニック系黒人で少ないようです。

蛋白摂取を増やすことは単純ではありません。欧米人は蛋白はサンドイッチやキャセロール料理(casseroles:厚手の鍋で調理するグラタンのようなもの)などで摂取されどうしても

飽和脂肪や塩分が多くなります。なお蛋白を植物のみで摂取する場合、ビタミン B12、ビタミン D、カルシウム、鉄分、亜鉛、ヨード不足に注意が必要です。

ソビエトは凄まじい密告社会で、お互いの監視、密告が奨励されました。ある日、父は真夜中に呼び出され収容所幹部から吉田内閣打倒、天皇制打倒の論文を書けと強要されました。「異国にあって祖国の悪口は言わない」と拒否したところそのまま営倉に1週間入れられ食事、水とも一切与えられませんでした。幸い夏だったので寒くはなく深夜、戦友たちがこっそり食事を差し入れてくれて生還できました。

小生 2017 年に家内とベルリンの Stasi Museum を訪ねました。東ドイツが旧社会主義国だった頃の国家保安部 (Stasi: Staatsicherheit、秘密警察) 本部が現在博物館になっているのです。東ドイツ政府は 1953 年の生活物資欠乏、給料カット、弾圧に抵抗する国内 700 都市の民衆蜂起に懲りてソビエトに倣って民衆の監視、密告制度を開始しました。

東ドイツは常に西側の資本主義、帝国主義の敵にさらされており国家の敵 (Feind) を見つけなければならないというのです。プーチンは旧ソビエトの KGB (国家保安委員会) 職員で東ドイツのドレスデンに派遣されていましたからこの Stasi 本部にも頻回に出入りしていたのでしょう。Stasi には 9 万人が勤務し、それに協力する密告者 18 万人がおり Stasi 支部は全国に張り巡らされていました。

実際に使われていた様々な盗聴器具 (wire tapping)、隠し撮りの小型カメラが展示されていました。水を撒くじょうろの底に隠しカメラが仕掛けられていて取っ手にスイッチがあります。これを持って目の前を通られてもまさか写真を撮られたとは思いません。こんなことは 007 のようなスパイ映画の作り事と思っていましたが、実際に行われていたことに驚きました。盗聴マイクは特にコンセントに仕掛けると電池がいらなくて便利でした。

東ドイツ崩壊 (1989) 後 17 年経った 2006 年、家の修理中にドアの中から見つかったという盗聴マイクもドアごと展示されていました。密告者の誕生日にはチョコレート、ウイスキー、花などがプレゼントされ忠誠心を高めました。要注意人物ともなると分厚いファイルが作られ展示されていました。旧社会主義国は恐るべき監視密告社会だったのです。

ベルリンの国会議事堂 (Reichstag) を訪ねたのですが、この外にドイツ連邦の憲法がガラス板に彫られていました。

曰く第 1 条 Artikel 1: Die Würde des Menschen ist unantastbar.

Sie zu achten und zu schützen ist Verpflichtung aller staatlichen Gewalt.

即ち「人間の尊厳は冒すことができない。これを尊重し守ることは国家権力 (シュタートリヒェン・ゲバルト) の義務である」とあり、日本人からしたら、何を当たり前のことかと思いますが、社会主義を実際に経験した人たちにとっては、心の底から感動する条文なんだろうなあとしみじみ思いました。

小生が小さかった頃、父は東京へ行くといつも黒いライムギのロシアパンをおみやげに買ってきて酸っぱくておいしいなあと思っておりました。

最近、ネット通販でリアニアの黒パンを見つけて懐かしく食べております。同じ味でした。

下記は USDA(米国農務省)による「米国の健康的食事のサイト」です。

[MyPlate | U.S. Department of Agriculture](#)

まず自分の食事パターンを入力すると健康的か否か評価され My Plate のアプリをダウンロードしてスタートします。ちょっと面倒ですが5食品(果物、野菜、穀物、蛋白、乳製品)とレシピ、エネルギー量、マクロ栄養素含量を教えてください。

まとめますと健康的食事として推奨は野菜,フルーツ,全粒穀物,低脂肪乳,lean meats(脂肪なし),卵,魚介,豆,ナッツ,植物油,魚油です。

2. 降圧に減塩、減量かつ地中海食有効。果物・野菜のK↑で降圧(ポタシウムスイッチ)。

1995 年頃 DASH(Dietary Approaches to Stop Hypertension) study という有名な高血圧の食事療法のトライアルがありましたが、本日の NEJM 総説の推奨はほぼこれと同じ内容です。下記 NEJM 総説に DASH diet や地中海式食事が説明されています。

[conference-22_01.pdf \(nishiizu.gr.jp\)](#)

(高血圧の食事療法、NEJM, June3.2010、西伊豆早朝カンファ)

DASH diet は果物と野菜が豊富でかつ低脂肪乳製品の食事で、地中海式食事(Mediterranean diet)とほぼ同じです。この研究で判ったのは減塩と減量が降圧に有効なのは間違いないのですが、全体的な食事のパターンもまた重要であることです。特に地中海式食事で血圧が下がるのですが、なぜなのかその時点では解りませんでした。結局、果物、野菜が多く、カルウムや線維が豊富なことが理由 なのでしょう。

DASH diet と地中海式食事はほぼ同じです。地中海式食事の要点をまとめます。

【地中海式食事の要点 3 つ】

- i) 摂るべきは、果物、野菜、低脂肪乳製品、玄米、全粒粉(白いパンでなく茶色のパン)、鶏肉、魚、ナッツ、豆、植物油(オリーブ油)。
- ii) 減らすべきは、赤い肉(豚、牛)、バター、ラード、菓子、砂糖入り飲料！
最悪は加工肉(ソーセージ、ハム、ベーコン、ハンバーグ)で大腸癌も増加。
- iii) 赤ワインを 1-2 杯(白ワインではない)。アルコールは女性 \leq 1standard drink(アルコール 14g、ビール 350ml)、男性 \leq 2standard drink(ビール 700ml)。

「カウム摂取により高血圧が改善する」ことが明確にわかったのは、つい最近のことで下記の NEJM, Sep.16, 2021 の 北京大学による巻頭論文、仰天の大規模 RCT (randomized control trial) です。

●Effect of Salt Substitution on Cardiovascular Events and Death

B.Neal, et al, NEJM, Sep.16,2021

これはフォロー期間平均 4.74 年。中国の 600 の村、総計 20,995 人の RCT です。従来の食塩 (NaCl 100%) に比し、代替食塩 (NaCl 75%+KCl 25%) 投与により実に脳卒中 14%、心血管イベント 13%、死亡率 12%も低下したのです。こんなに安上がりの降圧法があるので。普通カウムは野菜、果物から摂れます。

国内では味の素から「やさしお」という NaCl 50%+KCl 50%の塩が販売されており、最近では小生できるだけこれを患者さんに薦めております (アマゾンで 180g 372 円)。下手に降圧剤を出すよりもよっぽど安上がりで効果的ですし polypharmacy(多数薬剤投与)を減らすことができます。

上記の北京論文(代替食塩)を受けて早くもその 2 か月後の NEJM,Nov.18, 2021 に「塩と血圧: Insights into Salt Handling and Blood Pressure」の総説が生まれ、なぜ KCl 投与により降圧できるのかが詳しく説明され小生大興奮でした。NEJM や the Lancet は何か新しいブレイクスルーがあると必ず数か月後には総説を組んでくれます。

[conference_2021_18.pdf \(nishiizu.gr.jp\)](#)

(塩と血圧、総説、NEJM, Nov.18, 2021、西伊豆早朝カンファ)

カウム摂取による降圧の理由となるのは「potassium switch (WNK kinase を介した NCC: thiazide-sensitive NaCl Cotransporter)」という新たな概念です。キナーゼとはリン酸基を付着させる酵素のことで、リン酸基を外すのはフォスファターゼです。Potassium switch は 2001 年頃その存在が示唆され 2010 年代に徐々に明らかになったようです。一言でいうと「体内で K 不足の時、このスイッチが入って K と Na を同時に体内で保持するメカニズム」です。このスイッチは NaCl の摂取が高くても K が低ければ働くため Na の貯留、高血圧が起こります。

古代、内陸で食塩を摂ることは容易ではありませんでした。それでヒトは K よりも NaCl の再吸収を優先したと考えられます。そして代替食塩 (NaCl+KCl) の摂取を行うと K が体内に入るためこのスイッチがオフとなり、K と Na が保持されずに排出され血圧が低下すると言うのです。つまり「食事時の K 増加により NaCl 再吸収が抑制され 塩過敏性 (salt sensitivity) が緩和されて血圧が下がる」のです。これが北京大学論文の「代替食塩の K により血圧が下がる理由」のようです。

米国農務省 (Departments of Agriculture and Health and Human Services) による米国人の食事がガイドライン (Dietary Guidelines for Americans) は 1980 年初版以来、

5年毎に改訂されています。この2020-2025版は生下時から生涯にわたる栄養摂取の優れたガイドラインです。特に心血管疾患、2型糖尿病、肥満者に参考になります。
下記のサイトで皆様の必要カロリー、各種必要栄養素量がすべて確認できます。

【エネルギーとマクロ栄養素ガイドラインに従った健康的食事 医療者への推奨事項】

[DRI Calculator for Healthcare Professionals | National Agricultural Library \(usda.gov\)](https://www.ods.od.nih.gov/dbs/tc/show.aspx?id=DRI&cid=19)

これに自分の性、年齢、身長、体重、活動レベルを入力します。ただし面倒なのは身長はフィート、インチで、体重はポンドで入力することですがネットで検索すれば簡単です。これにより驚くことにBMI、必要な摂取カロリー、炭水化物、ファイバー、蛋白、脂肪、飽和脂肪酸、リノール酸、リルイン酸、コレステロール、各種ビタミン、ミネラル量がすべて出てきます。

まとめますと降圧に減塩、減量かつ地中海食が有効です。果物・野菜のカリウム↑で降圧(ポタシウムスイッチ)されます。

3. 避けよ:牛,豚,加工肉,高脂肪乳,精製炭水化物,スイーツ,飽和/トランス脂肪。酒:男<2,女 1drink。

また以下の食品を減らすことにより「全死亡率の少ない食事」となります。

避けるべきは赤い肉(牛、豚)、加工肉(ハム、ソーセージ、ベーコン、ハンバーガー)、高脂肪乳製品(high fat dairy)、精製炭水化物(白パン、白米、パスタ、菓子、砂糖飲料など)、スイーツ等
などです。赤い肉(red meet、牛、豚)の代わりに鶏肉、魚とします。

また極力、砂糖添加を避けます。小生、コーヒーや紅茶に砂糖を入れたことはありません。
ベトナムに家族旅行した時、ベトナムコーヒーを飲んだのですがコンデンスミルクを入れるのは驚きでした。
とても甘くておいしいのは確かです。

また飽和脂肪(バターのような固形油)でなく不飽和脂肪(植物油、魚油のような液体油)
にし、また工業的に作られたトランス脂肪(マーガリンなど)を避けます。

米国ではなんと2018年に食品用のトランス脂肪製造が禁止されました。

国内ではまだ禁止されていません。

エタノールは7kcal/gであり男性は2drinks以下(ビール700ml)、女性は1drink以下(350ml)、
妊婦は禁とします。

まとめますと避けるべきは赤い肉(牛、豚)、加工肉(ハム、ソーセージ、ベーコン、ハンバーガー)、
高脂肪乳製品(high fat dairy)、精製炭水化物(白パン、白米、パスタ、菓子、砂糖飲料など)、
スイーツ等などです。これらを避けることにより「全死亡率の少ない」健康的食事となります。
アルコールは男性は2drinks以下(ビール700ml)、女性は1drink以下(350ml)、妊婦は禁とします。

4. 瞬発運動は筋クレアチンリン酸で、短距離は嫌氣的解糖、長距離は TCA サイクルでエネルギーを得る。

この総説では生化学的な詳細は一切説明されていません。医師読者は生化学を知っていることが前提で臨床的なことのみ説明されています。

しかし生化学の知識なしでこの総説の深いレベルでの理解は不能です。炭水化物の解糖、TCA サイクル、電子伝達系、脂肪の β 酸化、蛋白のアミノ酸代謝(アミノ基転移反応、酸化的脱アミノ反応)の生化学的詳細については You tube の「菓 juku」や「生化学の試験 応援しているよ！！」の一連の動画が素晴らしく解りやすいので詳しく知りたい方はそちらを是非ご覧ください。

かつて東ドイツは国を挙げて科学的スポーツを研究しオリンピックで金メダルを量産していました。年 1 回ライブテレビでスパルタキアードという年齢別スポーツ大会が行われ上位入賞者は小学生から国立のスポーツ学校に入学させトレーニングを行いました。文武両道であることが要求されました。下記は 1987 年に NHK 特集で東ドイツ、ロストック国立スポーツ学校を取材したものです。

[金メダルへの道 ~東独スポーツ強さの秘密~ \(youtube.com\)](#)

(NHK 特集 金メダルへの道 東独スポーツ強さの秘密 1987 年 10 月 9 日)

最終身長は競技に大きく影響します。小児期は同じ学年であっても 6 年位の差があるというのです。ですから 15 歳で 18 歳の成績を出しても将来性は疑問です。

ですから国立スポーツ学校では早期から全身の皮下脂肪や骨長の計測を繰り返して、最終身長を予測し将来性がなければ早めに退学を勧告します。

また驚くことに学生をいくつかのグループ即ち低学年、長距離、短距離、サッカー、体操、投擲、オリンピック強化選手等に分け食事内容まで変えていたのです。長距離選手は普通の食事に加えてケーキ 100g、ブドウ糖 30gの「糖分」を毎日追加しています。

1990 年に南江堂から下記の東ドイツのスポーツ栄養学の本が出ています。

こんなに以前からいかに科学的にスポーツ栄養学が研究されていたかに驚きます。

- 勝つためのスポーツ栄養学 東ドイツの科学的栄養補給 奥恒行他訳 南江堂 1990
(Ernährung der Sportler Dritte, bearbeitete Auflage, Rolf Donath/Klaus-peter Schüler, Sportverlag, 1985)

上記の本のポイントをまとめると次の通りです。

- ・最大負荷時の運動能力は筋貯蔵グリコーゲン量が決定的役割(嫌氣的解糖)を果たす。
- ・2 分以内の瞬発的運動(重量挙げ、投擲、短距離)はグルコースの嫌氣的解糖でエネルギーを得るので糖質摂取と筋肥大のためタンパク質が重要。
- ・2 分-8 分の持久的運動(球技、格闘技、中距離)は嫌氣的解糖と TCA サイクルの両者でエネルギーを得るので栄養は瞬発的と持久的運動の中間。
- ・8 分以上の持久的運動は主に TCA サイクルでエネルギーを得るので普通の食事に加えて過剰の糖質摂取が重要。運動が 1 時間を超えると脂肪の β 酸化も重要だが脂肪蓄積は十分ある。

筋肉の収縮は細いミオシンフィラメントが ATP を ADP と Pi に分解する時のエネルギーにより、太いアクチンフィラメントを引っ張り収縮します。筋収縮、心臓収縮に ATP は必須です。

人間のエネルギー供給は、瞬発的な運動だったら骨格筋のエネルギー貯蔵物質のクレアチン酸の磷酸を ADP に付けて ATP として筋収縮エネルギーを得ます。

すなわち、ADP+クレアチン酸 \rightleftharpoons ATP+クレアチン の反応で 2 秒から 7 秒で ATP を供給します。

全力疾走では酸素が間に合わないのでグルコースの嫌氣的解糖で ATP を得ます。

短距離の 100m 走は息を止めても走ることができます。即ち嫌氣的解糖でエネルギー(ATP)を得るのです。血中グルコースはインスリンにより肝臓、筋肉に取り込まれグリコーゲンとして貯蔵されますからインスリンで低血糖が起こります。逆に肝臓や筋肉の貯蔵グリコーゲンからグルコースに変換するのがグルカゴンです。グリコーゲン量は肝臓に 100g、筋肉に 300-400g ほどあります。

肝臓グリコーゲンを G-1P(グルコース1磷酸) \rightarrow G-6P(グルコース 6 磷酸)にし、肝臓の G-6P フォスファターゼで磷酸を切ってグルコースを血中に供給します。なお筋肉には G-6P フォスファターゼがないため筋肉内グリコーゲンから血中へのグルコース放出供給はできず(肝からのみ)、筋内でそのまま G-6P の嫌氣的解糖を続けてピルビン酸に至ります。グルコース1モルから嫌氣的解糖でピルビン酸 2 モル、ATP も 2 モルできます。

ここまでは嫌氣的にエネルギーを得ますから息を止めても短距離は走れるのです。

ただし ATP は 2 モルしか得ることができず嫌氣的解糖は効率の悪い代謝です。

嫌氣的解糖で出来たピルビン酸は嫌氣的条件では乳酸に変換されこれは筋肉痛の原因となります。

ピルビン酸を乳酸に変えるのが、なんとお馴染みの LDH(Lactate Dehydrogenase)です。

LDH がこんな身近な反応に関与するとは小生恥ずかしながら知りませんでした。

ピルビン酸+NADH+H⁺ \rightleftharpoons 乳酸の経路が LDH で触媒されるのです。

なおこの反応は「可逆的」であり、乳酸をまたピルビン酸にして TCA サイクルに回す、つまり乳酸を TCA サイクルに戻してエネルギー源とすることもできます。

一方、長距離走では嫌氣的解糖では ATP が足りません。低い強度で運動を持続するには酸素供給により TCA サイクルで ATP を得ます。これが有酸素運動(aerobic condition, エアロビクス)です。

ピルビン酸は好氣的条件、即ち酸素があれば TCA サイクルに入りエネルギー(ATP)を得ます。

ジョギングなどの低強度の持続的運動はこれによりエネルギーを得ます。

以前、外来で「ショッピングは体にええでなあ」という爺さんがいて意味がよく分からないので、よくよく聞いたところジョギングのことでした。

ピルビン酸はアセチル CoA(懐かしい)に変わりミトコンドリアの TCA サイクルに入ります。

このピルビン酸から TCA に入る時のアセチル CoA を 1945 年に発見したのがリップマンでこれによりノーベル賞を授与されたのだそうです。CoA(コエンザイムA)とは補酵素で ADP、パントテン酸、

システアミンから構成され様々な基質に結合して高エネルギー状態となり反応が進みやすくなります。特にクエン酸回路、脂肪酸合成分解、コレステロール合成などエネルギー代謝に中心的役割を果たします。

TCA サイクルは「オキサソコリン」と覚えるのです。即ちアセチル CoA は「オキサソコリン」、オキサロ酢酸と縮合してクエン酸→イソクエン酸→α-ケトグルタル酸→サクシニル CoA→コハク酸→フマル酸→リンゴ酸→そしてオキサロ酢酸に戻って1周します。

この1周でATPの他にNADHやFADH₂が産生されます。

NADHとはNicotinamide Adenine Dinucleotide+Hydrogen、FADHとはFlavin Adenine Dinucleotide+Hydrogenで両者とも水素イオン(H⁺)と電子(e⁻)運搬役です。この二つはミトコンドリアの電子伝達系でエネルギーとなり、パチンコの玉(電子、H⁺)をパチンコ屋(ミトコンドリア)の景品交換所(電子伝達系)でHとO₂から水を作る過程により金(エネルギーのATP)に変換されます。

結局TCAサイクルでは最終的にグルコース1モルからATP30モル以上できて、とても効率の良いエネルギー産生となります。

しかし、長距離の最後、ラストパートでは全力疾走となり酸素が間に合わず嫌氣的解糖になりますから肝臓、筋肉にグリコーゲンがどれだけ残っているかが勝敗を分けます。体内でのグリコーゲン貯蔵量は筋肉に200-400g、肝臓に90-200g、血中に15-20g程度ようです。

長距離走者に前もって糖分を与えるのはこのグリコーゲン貯蔵を増やすためです。

これをグリコーゲン・ローディング(glycogen loading)と言います。

かつて高橋尚子が東京マラソンで失速したのはこのグリコーゲン・ローディングを間違えたためと言われました。

高橋尚子はマラソン前にはなんと餅をおかずにご飯とうどんを食べていたそうです。

下記の論文によると長距離競技2-3日前からトレーニングを30-50%減らし、普段の食事に炭水化物を200-300g毎日追加してグリコーゲンを過飽和(supersaturate)させよとのこと。

●ISSN exercise & sports nutrition review,

Journal of the international society of sports nutrition(2018)15:38

まとめますと蛋白・脂肪・炭水化物燃焼でエネルギー(ATP)を得ます。

瞬発運動は筋クレアチンリン酸で、短距離は嫌氣的解糖、長距離は好氣的解糖でエネルギーATPを得ます。

5. 蛋白・炭水化物 1g4Cal、脂肪 1g9Cal。脂肪はβ酸化しアセチル CoA を TCA で ATP に。

栄養不足は現在、世界での死亡の5人に1人で原因となっています。

1941年6月22日(日)4AM、ドイツ軍は宣戦布告なしに突然、国境を破ってソビエトへの侵攻を開始しました。ヒトラーとスターリンは独ソ不可侵条約を結び、ソビエトはドイツに対して武器供与をしていました。英国のチャーチルはスターリンに、「ドイツ軍がソビエト国境に軍隊を集結

している」とスパイ情報を送ったのですがスターリンは全く信じませんでした。

独ソ間を離間させる連合国の謀略だと考えたのです。

ヒトラーはソビエトへの不意打ちに完全に成功したのです。

ソビエト市民はそれまでよもや戦争が始まるとは全く考えていませんでした。

丁度、日曜日で市民の中には家族でキャンプの最中に開戦となりそのまま家へ戻れなかった者もいました。あまりにドイツ軍の侵攻速度が速かったため、市民の避難を追い抜いてしまったくらいでした。愛国心に駆られて最初の 24 時間で 10 万人のレニングラード（現サンクトペテルブルグ）市民が志願兵となったものの武器の使い方も知らず、また武器、軍服も間に合わずドイツ軍に対峙したのです。

戦前、スターリンはソ連軍幹部を大量粛清していたためソ連軍は弱体化していました。

ソビエト軍の戦い方の典型は 3 分間砲撃を行った後、ドイツ軍の戦車に対して遠距離から「ウラー（万歳）」と歓声を上げて突撃するのですが軍服も着ず、手ぶらで走る兵士もいました。逃げ戻ってくるソ連兵はソビエト軍の督戦隊が後方から射殺しました。ソ連兵には進むも地獄、退くも地獄だったのです。男性は 16 歳から 50 歳、女性は 16 歳から 45 歳が徴兵されました。

レニングラードでは市民の避難よりも美術品、軍需工場、その工員の避難が優先されました。現在、エルミタージュ博物館で見られる膨大な財宝はその避難のお蔭なのです。その結果、市民 250 万人が取り残されました。

ドイツ軍は市民の投降を一切許しませんでした。ヒトラーの「我が闘争、Mein Kampf」で既に予告されていた通り、スラブ民族の抹殺を図ったのです。

小生、家内とエルミタージュ博物館を見学した時は前もってネットで入場券を買いました。当日券だと長蛇の列になります。

レニングラードの背後にはラドガ湖がありドイツ軍は 1941 年 9 月 8 日包囲網を完成させます。攻撃するのでなく包囲による兵糧攻めを行ったのです。このため市内の建物は現在も残っています。ソビエトはそれ以前、国境を接するフィンランドに侵攻し、敵対関係にありましたが市民はフィンランドに逃れることもできません。

レニングラード市内では 1941 年 6 月中旬から 9 月 2 日までの 3 カ月ほどは、パンの配給が労働者 1 日 800g (2080Cal)、事務員 600g (1560Cal)、子供 400g (1040Cal) と十分な量が支給されていました。当初、包囲戦が 900 日も続くとは考えていなかったのです。

日本では終戦直後の昭和 21 年(1946 年)の飢餓状態の時、都市部の成人平均摂取カロリーは 厚労省によると 1696Cal でした。

糖尿病基本食の 1600Cal は戦後の飢餓状態なのです。

現在の日本国内の摂取カロリーは活動量の少ない成人女性で 1400-2000Cal、男性 2200±200Cal です。レニングラードでは 1941 年 9 月 3 日以降、パンの配給は

労働者 500g(1300Cal)、事務員と 子供は 300g(780Cal)に減らされました。
更に 11 月 20 日以降はその半分となり労働者 250g(650Cal)、その他は 125gで
パン 3 切れ、325Cal となりました。
市民はアパートの階段を上がるのさえ困難になります。

そして 1941 年 12 月から突然、餓死者が出始めます。市民の死亡統計は次の通りです。

1941 年 12 月:5 万 2881 名
1942 年 1 月:10 万 1583 名
1942 年 2 月:10 万 7477 名
1942 年 3 月:9 万 8966 名
1942 年 4 月:7 万 9769 名
1942 年 5 月:5 万 3183 名
1942 年 6 月:3 万 3766 名

パンの配給を得るには配給券が必要だったため、配給券の盗難も横行、死んだ馬を
食べるのは当然として食人(cannibalism)も少なからず見られ 2015 人が食人で
逮捕されています。またペットも食べられました。自分のペットを殺すのは忍びなかった
ので隣人のペットと交換しました。街の後方のトクが湖の氷が 20 cm以上になると
トラックで氷上輸送はできました がドイツ軍はこれを狙い撃ちしました。

1942 年夏以降は市民数が激減し餓死数は減っていきました。レニングラードフィルハーモニー
最後の演奏会は 1941 年 12 月 14 日のチャイコフスキーでした。ラジオのライブ放送の最後は
1942 年 1 月 1 日でリムスキー・コルサコフの「雪娘: Snow maiden」でした。テノールが
Lapshenkov でしたが、かろうじてアリア(独唱曲)を歌ったもののその夜に死亡しています。

1942 年 2 月の終わり、餓死数が最大であった頃、ラジオでレニングラード市内の音楽家は
登録するように呼び掛けられましたが登録したのは 16 名だけでした。
この時点で指揮者と第 1 バイオリンは既に餓死、パーカッショニストも死亡し、オーケストラ 団員の
内 27 名が死亡していました。
最初のリハーサルは 40 分だけでした。皆やせ衰え、襟のまわりは虱(しらみ)だらけでした。
団員達には食料が支給されましたが多くの団員は食料を家族に持ち帰ります。

生存団員による最初のコンサートは 1942 年 4 月 5 日、「くるみ割り人形」と「白鳥の湖」
でした。会場に暖房はなく聴衆は皆着膨れ、手袋をしているため拍手の音はこもります。
この音楽は包囲しているドイツ軍に向かってラウドスピーカーで中継され、ドイツ兵は これを
聞いて東部戦線(独ソ戦)は決して勝てないのでは、と思ったとのこと。

そして人口が減って餓死者も減少し始めた 1942 年 8 月 9 日、ショスタコビッチの交響曲
「レニングラード」が市内で初演されたのです。交響曲レニングラードでは迫りくるドイツ軍を
ラヴェルの「ボレロ」のような不気味に繰り返す旋律 で表現しています。

このレニングラード包囲戦は、戦後ソビエトでは秘密にされ海外に知られることはほとんどありませんでした。ソビエトが 1991 年に崩壊して初めて知られるようになったのです。第二次大戦中のソビエトの犠牲者数は 2000 万から 3000 万人、ドイツは 600 万から 1000 万人、日本は 620 万人です。現在に至るまでなぜ極端にロシアが西欧を警戒しているかが理解できます

2016 年、家内とサンクトペテルブルグのネフスキー大通りの近くサンクトペテルブルグ・フィルハーモニーの大ホール(ホリショイザール)の横を通ったところ下記の文が壁に記されていて深く感動しました。

Здесь в большом зале Ленинградской филармонии
9 августа
1942 года оркестр ленинградского радиокомитета по
д управлению ди
рижеда Ки злиасверга исполнил седьмую (Ленинград
скую) симфонию
Д. Д. Шостаковича.
(ここレニングラードフィルハーモニーのホリショイ・ホールで 1942 年 8 月 9 日、レニングラード放送
交響楽団はズリアスベルガの指揮でショスタコビッチの交響曲レニングラードを演奏した)

以上の内容は「Anna Reid, Leningrad, Tragedy of a City under Siege, 1942-44, Bloomsbury, 2011」に圧倒的迫力で描かれています。Kindle 版は 3,290 円です。

マクロ栄養素 (macronutrients) は蛋白、脂肪、炭水化物の 3 つでエネルギー供給源となります。

18 世紀、Antoine Lavoisier は「体温 (body heat) は酸素を必要とする燃焼プロセスに由来する」ことを示しました。

19 世紀に蛋白 (protein) が名付けられ、更に Michael Eugene Chevreul らが脂肪を確認、さらに多くの科学者により砂糖や澱粉が炭水化物と同定されました。

19 世紀末、Max Rubner は犬での熱産生とロスを calorimeter 内で評価しました。犬に食料として与えられたエネルギー (17,349kcal) は犬の全エネルギー損失 (17,406kcal) と一致し、熱力学第 1 法則 (エネルギー保存の法則: エネルギーは作られも消失もしない) が成り立つことを示しました。

現在は、蛋白、脂肪、炭水化物が主な栄養素 (macronutrients) であり代謝の燃料として使われるとされます。蛋白と炭水化物はそれぞれ 1g で 4Cal、脂肪は 9Cal の熱を産生します。つまり 1000Cal 貯蔵するに脂質なら 110g ですが蛋白なら 250g も必要です。エネルギーが主に脂肪に変換して蓄積されるのはこの理由に依ります。

脂肪は成人男性で体重の 10–20%、成人女性で 18–28% ですので、体重 60 kg の成人なら体内脂肪は 6–12 kg、女性で 10.8–16.8 kg です。

脂肪 1g で 9Cal なので、脂肪 10 kg があるとすれば 9 万 Cal 蓄えていることになります。

長距離も 1 時間も超えると脂肪酸の β 酸化によるエネルギー確保も加わります。

まず体脂肪の中性脂肪(TG : Triglyceride)をリパーゼで分解してグリセロールと脂肪酸にします。

グリセロールは解糖系に入りエネルギー源に利用できます。

一方、脂肪酸はというとミトコンドリアのガードが固く、脂肪酸はそのままではミトコンドリアの外膜、内膜を通過できないので、脂肪酸をアシル CoA (脂肪酸 + CoA) に変換して乗車券として外膜を通過、さらにカルニチンを利用してアシルカルニチンになるとこれが特急券となり内膜を通過します。その後、ミトコンドリア内で面倒なことに再度アシル CoA に変換します。

CoA (コエンザイム A) にアセチル基が付くとアセチル CoA で TCA サイクルに重要であり、脂肪酸に CoA が結合したものをアシル CoA と呼び、このアシル CoA となって初めて脂肪酸のエネルギー代謝が行われます。

脂肪酸の右端のカルボキシル基 (COOH) の左隣の C が α 位、その左隣の C を β 位と言いますが、 β 位で炭素鎖を 2 つずつ切断して酸化させるのを β 酸化と言います。例えば炭素が 16 あるパルミチン酸が β 酸化されると 7 回の分解で C2 個ずつ 8 モルのアセチル CoA ができます。

このアセチル CoA はなんと TCA サイクルに運ばれて NADH, FADH₂ を産生し、結局パルミチン酸 1 分子からなんと 106 モルの ATP が産出され、その量は圧倒的なのです。

いかに脂肪から多くのエネルギーを得ることができるのかに驚きます。

中枢神経細胞は赤血球を除き食餌からの中性脂肪から遊離される長鎖脂肪酸の β 酸化が可能です。

まとめますと、蛋白、炭水化物、脂肪はマクロ栄養素と言いい、エネルギー源となります。

蛋白と炭水化物はそれぞれ 1g4Cal、脂肪 1g9Cal です。

脂肪は CoA と結合してアシル CoA となってミトコンドリアに入り β 酸化によりアセチル CoA に変換され TCA サイクルで ATP とし脂肪から効率よく大量のエネルギーを得ます。

6. 不飽和脂肪酸は二重結合あり植物由来で液体、飽和脂肪酸は動物由来で固体で LDL ↑。

脂肪酸はそのままでは保存できず体内にある脂肪はほとんど全て中性脂肪 (triglycerides: グリセロール + 3 つの脂肪酸) で貯蔵されます。脂肪酸の炭素鎖に二重結合がないものを飽和脂肪酸といい安定しているため室温では固形のことが多く動物源から得られます。

不飽和脂肪酸は二重結合があり isomer (異性体: 同じ数、種類の原子があるが違う構造のもの) が二つあります。C=C に付く水素原子が炭素原子の同側に付くのが「cis」であり、一方「trans」は 2 つの水素がお互い反対側にあります。

「cis」不飽和脂肪酸は二重結合が一つ (mono-unsaturated) か二つ以上 (poly-unsaturated) であり植物源から得られ不安定なので室温で液体です。

1 価不飽和脂肪酸 (monounsaturated fatty acids) は二重結合が一つのもので、細胞膜、とりわけ神経組織のミエリンの成分です。
食物中でこれが豊富なのは oleic acid で、オリーブ、カノーラ(菜種)、ピーナッツ、ゴマ、動物脂肪から得られます。

1929 年 2 つの脂肪酸、linoleic(リノール酸、n-6)と α -linolenic acid(リレン酸、n-3 系)はラットで成長促進に不可欠であることがわかりました。リノール酸(n-6)と α リレン酸(n-3)は二重結合が二つ以上ある多価不飽和脂肪酸で体内では産生できず、これなしでは疾患を起こすことがわかりこの二つを「必須脂肪酸」と言います。
後に幅広い生化学的活性(bioactive)を持つ脂肪の前駆体であることがわかりました。

n-6 多価不飽和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acids) は炭素鎖のメチル末端(-CH₃)から数えて 6 番目の炭素に最初の二重結合があり主としてリノール酸として flaxseed(亜麻仁油)、大豆油 (soybean, glycine)、カノーラ油(菜種油)、トウモロコシ、サフラワー(紅花)、ナッツなどから取れます。体内でアラキドン酸に代謝されリン脂質となります。多価とは二重結合がたくさんあることです。アラキドン酸からは血小板凝集させるトロンボキサンや血小板凝集阻止するプロスタグランジン(PGI₂)、ロイコトリエンができ幅広い作用を持ちます。

n-3 多価不飽和脂肪酸はメチル末端から数えて 3 番目の炭素に最初の二重結合があり、魚油に含まれる α -linolenic acid(リレン酸)からイコサペンタエン酸(EPA)、ドコサヘキサエン酸(DHA)になります。脂肪の多い魚 (fatty fish) であるサケ、ニシンなどは EPA、DHA があります。イコサはギリシャ語で 20 のことで小生、学生時代ギリシャに行ったとき年齢を聞かれて「イコシエナ(21)」と答えました。イコサヘンタは 25、ドコサヘキサは 16 です。リレン酸は EPA(eicosapentanoic acid)、DHA(dokosahehexanoic acid)の前駆体で炎症 mediator、細胞間シグナル、遺伝子表出、細胞膜構造に関わり EPA、DHA 高値で心血管リスクが低下します。EPA は血小板凝集抑制能があります。

飽和脂肪酸、例えばステアリン酸、パルミチン酸などは全脂肪乳製品 (full fat dairy products)、脂肪の多い肉、熱帯植物油(ココナッツ、ヤシ油)に多く、これらの脂肪は Tch、LDL コレステロールを上げ心血管リスクを上げます。

飽和脂肪酸は toll-like receptor4、自然免疫 (innate immunity) を通じて急性、慢性炎症を活性化させ、食事関連の疾患と関連します。

まとめますと不飽和脂肪酸は植物由来で二重結合があり不安定で常温で液体、飽和脂肪酸は動物由来で二重結合がなく安定し固体で LDL 上昇させます。ココナッツ油、ヤシ油は植物由来ですが飽和脂肪酸です。

7. 植物油から工業的にマーガリン等のトランス脂肪酸ができて LDL ↑。極力、不飽和脂肪酸摂取を。

トランス脂肪酸は不飽和脂肪酸ではありますが反芻動物(牛、ヤギ、羊)の肉や牛乳にも由来します。しかし植物油から工業的に部分水素添加 (partial hydrogenation) により二重結合を減らし、またトランス脂肪酸を作ることができ半固形、固形のマーガリンやショートニングなどが作られます。食事中的トランス脂肪酸は Tcho、LDL コレステロールを上げ心血管リスクがあります。2018 年米国の食品会社は部分水素化によるオイル生産を禁止され、食物からの trans fat は劇的に減少しました。日本国内では禁止されていません。

米国農務省 (the Department of Agriculture and the Department of Health and Human Services) では飽和脂肪は 8% 以内、全脂肪摂取 (total dietary fat) は 32% 未満、n-6、n-3 多不飽和脂肪酸を多く摂ることを推奨します。
飽和脂肪は極力、多不飽和脂肪や単価不飽和脂肪に置き換えます。また砂糖や精製炭水化物 (refined carbohydrate: 白パン、パスタ、菓子パン、砂糖入り飲み物) を避けて健康的食事とします。

調理法はフライにする代わりに蒸したり (steaming) 煮たり (boiling) します。
肉の調理では目に見える脂肪は除去し低脂肪乳製品や lean meats (脂肪含有の少ない肉) とし、デザートや甘いスナックを避けて飽和脂肪摂取を減らします。

へーと思ったのはチーズからの飽和脂肪摂取はバターと比べて LDL コレステロール上昇は少ないのだそうです。これは飽和脂肪酸は栄養素や非栄養素などと化学反応により心血管への影響を受けるからです。

Dietary Guidelines for Americans(2020-2025)では 2 歳以降、飽和脂肪からの摂取は 10% 未満としています。2015-2018 年で米国で飽和脂肪摂取が 10% 未満であったのは 1/4 に過ぎず 2017-2020 年 3 月で 20 歳以上の平均飽和脂肪摂取は 12% でした。
全脂肪摂取は 38% でこれは the acceptable macronutrient distribution range の 35% を超えます。

まとめますと植物油から工業的にマーガリン等のトランス脂肪酸ができて LDL を上昇させます。極力、飽和脂肪酸でなく不飽和脂肪酸摂取を推奨します。

8. 糖原性アミノ酸かケトン性アミノ酸から解糖・TCA で ATP 産生。NH₃ は尿素回路で無毒化。

アミノ酸は体内ではそのまま蓄積することができません。ですからアミノ酸を分解してエネルギーを得るとなると筋肉を壊すことになりまから sarcopenia (筋量、筋力減少) を起こします。アミノ酸からエネルギーを得るには、2 つの方法があります。
ひとつは「糖新生」と言って一旦アミノ酸をグルコースに変換してグルコース→嫌氣的解糖→TCA サイクル(好氣的解糖)を行ってエネルギーを得る方法でこれを糖原性アミノ酸といいます。多くのアミノ酸で可能です。

もうひとつはアミノ酸をケトン基(R-CO-R)の入ったαケ酸、更にアセチル CoA(補酵素 CoenzymeA にアセチル基-COCH₃ が付いたもの)に変換して TCA サイクルに入る回路です。

補酵素とは酵素を補助する物質です。このようなアミノ酸を「ケトン性アミノ酸」といいます。
このルートだけしかないのがロイシン、リジンで「ケロリ(ケト原生アミノ酸はロイシン、リジン)」と覚えます。
多くのアミノ酸は糖原性ですが、糖原性・ケトン性の二刀流のアミノ酸は「ちとふとい(チロシン、トリプトファン、フェニルアラニン、トレオニン、イソロイシン)」と覚えます。

アミノ酸からエネルギーを得るには肝臓で一旦αケ酸に変換する必要があります。

これを行うのが何と AST(GOT)と ALT(GPT)です。

肝臓でアミノ酸をケトン基のついた物質(αケ酸:アミノ酸からアミノ基 NH₂ がとれ、カルボキシル基 COOH の隣α位にケトン基 C=O がある)に変換する反応を「アミノ基転移反応」といいます。
アミノ酸からアミノ基がとれるとαケ酸になり、αケ酸がアミノ基を受け取るとアミノ酸になります。
このαケ酸が TCA サイクルに入ってエネルギー(ATP)を生ずるのです。

ラグビーで言うとボール(NH₂)を持った選手(アミノ酸のアスパラギン酸)が反対側から来たもう一人の選手(αケ酸:αケグルタル酸)にすれ違いざまにボール(NH₂)を渡すと前者の選手はオキサロ酢酸(αケ酸)に、もう一人の選手(αケ酸)は別のアミノ酸のグルタミン酸に変化します。
そしてこのアスパラギン酸からαケグルタル酸への反応を仲介するのが、なんとお馴染みの AST (Aspartate Aminotransferase: GOT)で VB6 補酵素を用います。

アミノ基転移反応での、アミノ基の受け取りはほぼ全てαケグルタル酸-グルタミン酸の「グルグルカップル」が行います。つまりアミノ基(NH₂)は全てグルタミン酸に集められます。
このグルグルカップルは、アラニン(アミノ酸)-ピルビン酸(αケ酸)のカップルとも NH₂ の受け取りをしますが、この2つのカップルの反応の仲介をするのがなんとお馴染み、ALT (Alanin Aminotransferase: アミノ酸を転移させるという意味、GPT) でやはり VB6 を補酵素として使います。

という訳で、AST (GOT)も ALT (GPT)もアミノ酸をαケ酸に変換して TCA サイクルに入れてエネルギーを得るための肝酵素でした。ちっとも知らなかったあ！

なおアルコール性肝炎で AST>ALT となる理由はアルコールによる pyridoxal 5'-phosphate (ビタミン B6、ALT の cofactor) 欠乏だそうです。

アミノ基転移反応で生じるオキサロ酢酸もαケグルタル酸もピルビン酸もすべてαケ酸ですが、これらは皆 TCA サイクルのメンバーであり ATP 産生が可能です。
なお VB6 はアミノ酸代謝で、VB1 は糖代謝で使います。

グルグルカップルのアミノ基転移反応では受け手がすべてグルタミン酸(NH₂がある)になるので、グルタミン酸が貯まり過ぎます。そこでこのグルタミン酸の処理が必要になります。
アミノ酸のグルタミン酸からαケ酸を作るにはアミノ基転移反応以外に、「酸化的脱アミノ反応」という反応でも可能です。アミノ酸に酸素と水を反応させてαケ酸とアンモニア(NH₃)を作ることができるのです。

グルグルカップルのアミノ基転移反応で貯まり過ぎたグルタミン酸を、この反応でアミノ基(NH₂→NH₃アンモニアになる)を外してαケ酸にします。

ところがここで困った問題が起こります。アンモニア(NH₃)は生体に有害なのです。

腎臓や筋肉で産生されたアンモニアは血中では有害なので一旦アミノ酸(アラニン、グルタミン)に変換してから肝臓に運びます。

そしてアンモニア NH₃ を肝臓で無毒化して尿素に変換するのが尿素回路(オルニチン回路)です。オルニチン回路は「オカシアルアルニョ」と覚えるのでした。

NH₃ を一旦カルバモイル燐酸に変換した後、「オカシアルアルニョ」で、オルニチンとカルバモイル燐酸を縮合させその後シトルリン→アルギノコハク酸→アルギニン→尿素とオルニチンにして1周します。

肝硬変になるとこの尿素回路(オルニチン回路)が動かずアンモニアが貯まって尿素ができなくなります。

まとめますとアミノ酸からエネルギーを得るには、糖原性アミノ酸ならブドウ糖に変えて糖代謝→TCAサイクルでATPを得、ケ原性アミノ酸ならαケ酸(ALT、ASTはここに働く)に変換してTCAサイクルに入れてATPを産生します。厄介者のNH₃(アンモニア)は肝臓の尿素回路(オルニチン回路)で無毒の尿素に変化させて尿に出します。

9. 食物繊維は消化不能だが便通、血糖改善、Tch↓、血圧↓、心血管・非伝染性疾患↓

食物繊維は自然の植物炭水化物ですが消化不能です。ligninは植物の細胞壁に豊富な有機ポリマーです。食餌中の繊維が多いと便通(laxation)と血糖コントロールが改善します。

小生、便通をlaxationというのは今回初めて知りました。それで下剤をlaxativeというのかあ。語源を調べるとリラックスのlaxと同じで緩むという意味です。

食物繊維により低コレステロール、収縮期血圧低下につながり、また非伝染性疾患が15-30%減少し死亡率が低下します。

繊維の多い食事には豆、野菜、果物、キノコ、海藻、玄米、全粒小麦パン、オートミールがあります。というわけで全粒穀物、果物、野菜は食餌中の繊維源であり微量栄養素源です。

また食餌中繊維から腸管細菌叢は大腸での嫌氣的発酵により短鎖脂肪酸を産生し、2型糖尿病、心血管疾患を改善するのだそうです。

繊維の適量摂取量は25-29g/日ですが、米国で2017-2020年、20歳以上での平均食餌繊維消費量は17gで、米国人の94%は適量の繊維摂取量に満たないそうです。

まとめますと食物繊維は消化不能ですが便通、血糖改善、Tch↓、BP↓、心血管・非伝染性疾患↓などの効果があります。

10. 水を飲まなくてもグルコース, 脂肪酸, 蛋白質から代謝水約 300ml ができ尿となる。

食物なし、水分無しのほぼ完全な飢餓状態になると 2 週間ほどでヒトは死亡するようです。

1991 年 12 月 29 日、神奈川油壺からグアム島を目指す外洋ヨットレースがありました。タカ号は出航後、波により父島近くで転覆、乗務員 7 人のうち 1 人水死、6 人が救命いかだ で 27 日間漂流、最終的に佐野三治氏のみ生き残りました。救難信号発信装置を無くし 備品もほとんど流されました。水は 500ml ボトル 1 本、ビスケット(ピーナツ味)9 枚。水はキャップに 20 cc 注ぎ 3 人で回し飲みし、ビスケットは 1 日 1 枚を 6 人で 6 等分しました。

佐野三治氏は加山雄三のクルーザー、光進丸のクルーでした。光進丸は西伊豆町に係留されていたこともあり、佐野氏を招いて町で講演会が開かれ 小生聞きに行きました。

西伊豆にも救命筏を作っている会社があります。一度、光進丸を管理する造船会社の方が船内を見せてくれました。加山雄三は西伊豆に来るといつもクルーザーに寝泊まりしているというので、なぜホテルに泊まらないのか不思議に思っていました。

船内はまるで豪華ホテルで大きなベッドやシャンデリアがあり、ギターと楽譜が置いてありました。

下記の本に佐野氏の壮絶な体験の一部始終が描かれています。

「たった一人の生還 佐野三治 ヤマケイ文庫 1995」

1991 年 12 月 29 日から漂流が始まり、雨が降ったのは 1 月 2 日、13 日と 20 日の 3 回だけでした。筏の広さは 3.2 平米(畳 2 畳以下)、ギョウ詰めでも下肢を伸ばすこともできません。海水が入り足はふやけ臀部に褥瘡ができました。

ほとんど何も飲み食いしてないのに尿は必ず 1 日 1 回出てそれを飲んだとのこと(炭水化物、蛋白、脂肪からの代謝水は 250-350ml/日産生される)。

大便は結局誰もしませんでした。

13 日目リーダーが死亡。続いて 14 日目 3 人が死亡し死体は水葬しました。

16 日目筏に止まったカツドリを手で捕まえ、残った 2 人で鳥の嘴(くちばし) を使って肉を裂き、生で食べ、また鳥の胃の中のトビウオやイカを食べました。

とてもうまかったそうです。19 日目更に 1 人死亡し、ついに佐野氏一人だけとなりました。

幻覚幻聴が始まりました。漁船が美空ひばりの「川の流るる様に」をガンガン流しながら大漁旗を立てて救援に来たり、外で子供達の声が聞こえました。救命筏が 100m も空中に浮かび上がり筏の床を通して海が見えベートーベンの 第九交響曲「喜びの歌」が聞こえました。

27 日目(92 年 1 月 25 日)英国船籍のマスク・サイプレス号について発見救出されました。

「Give me water」と頼んで水、氷水にコンソメスープ3杯、牛乳10、ミックスジュース、オレンジジュースを飲み干しオレンジ数個を 食べました。日本のインスタントラーメンも貰いました。放尿は果てしなく続きました。

マスク号は仙台を出航してきていたのですが 海上保安庁依頼の VIP ということで日本へ引き返し洋上で巡視船「うらが」へ 佐野氏を引き渡しました。

体液は飲水だけでなく代謝(炭水化物、脂肪、蛋白)からも生じます。

体液のほとんどは喉の渇きによる反射で飲水で補われますが、体内でアミノ酸や脂肪酸、グルコースなどの栄養素が細胞によりエネルギーに変換される際に、代謝水が 250-350ml が産生され運動により増加します。佐野氏が水を全く飲んでないのに毎日排尿があったというのはこの代謝水だったのでしょ。

生成される代謝水の量は次のとおりです:

・糖質:0.56ml/g

・タンパク質:0.41ml/g

・脂質:1.07ml/g

簡易的な計算式があり 1日に生成される代謝水の量 = 体重(kg) × 5mlです。

まとめますと水を飲まなくてもグルコース、脂肪酸、蛋白質から代謝水約 300ml ができ尿となります。

11. 外傷でミトコンドリアは内なる敵(enemies within)で細菌同様全身炎症、凝固障害起こす。

細胞内のミトコンドリアは ATP 産生に欠かせず生命に必要なものとされてきました。ところが 2010 年に Nature に発表された下記の論文は極めて衝撃的なもので、外傷時の輸液を一変させました。

●Zhang Q et al, Circulating mitochondrial DAMPs cause inflammatory responses to Injury. Nature 2010; 464:104-7

おそらくノーベル賞級の論文だと思います。2024 年 5 月時点で 4000 回ほど引用されています。この論文を小生初めて知ったのは 2014 年でした。

それまで外傷時の輸液は大量の乳酸リンゲルや生食投与が当たり前だったのです。

この論文以後、現在の外傷時の輸液が激変しました。

ミトコンドリアは筋肉収縮、つまり心筋収縮に欠かせぬ ATP を産生します。

しかしこのミトコンドリアの正体はもともと 22 億年前に、生物が巧みに細胞内に 取り込んだ腐生細菌(植物腐生栄養を利用する土壌細菌)なのです。ミトコンドリア自身、細胞核とは異なる DNA を持っており mtDNA と言います。こういうのを endosymbionts(内部共生体)と言います。細胞がミトコンドリアにグルコースをあげるとミトコンドリアが ATP を作ってくれます。

mtDNA は母から子に遺伝され人類の起源の探索に使われます。

これにより人類が 9 万 5 千年前、アフリカのエチオピアから 1 回だけ 150-160 人の集団でアラビア半島

南端に抜けた(出アフリカ)ことがわかりました。この集団で妊娠可能年齢に達していた女性は最大で 550 人と推定されています。そこからヨーロッパへ向かったグループと、アジア、オセアニアへ向かったグループに分かれました。ヨーロッパへ向かったグループはシベリア、更に 1 万 5 千年前にベーリング海峡を渡り、南北アメリカへと進んだことが判ったのです。

一方、生体の外傷によりこのミトコンドリア破壊産物が血中に出ると、これを DAMPs (damage associated molecular patterns)と言います。ミトコンドリアはもともと細菌ですから、この破壊産物が細胞から血中に出た途端、ヒトはこれを異物と認識し細菌感染と同様の激しい炎症反応が起こります。ただし抗菌薬は無効です。

上記の論文では外傷時に mtDNA が大量に見られ formyl peptides とともに多核白血球を刺激して全身炎症を起こすことを証明しました。つまり sterile SARS が起こるのです。外傷ではミトコンドリアは「内なる敵、enemies within」だったのです。

また外傷に大量輸液を行うと、DAMPs は全身に拡散され炎症、凝固障害を起こします。結局、生体にとっては細菌感染も外傷も似たようなものということになります。これが、重症外傷に大量輸液がまずい理由です。なお、DAMPs に対し、一般細菌の分子は PAMPs (pathogen associated molecular patterns) と言います。

現在、低血圧外傷患者に乳酸リンゲル大量輸液(2L等)は禁忌です。「低血圧の容認(permissive hypotension)」は現在戦場の標準治療です。収縮期血圧(sBP)80に低下するまで輸液は控えます。80になった時点で少量(250-500ml)の可能なら血液か血漿を bolus で投与し sBP80-90 に保つのです。
晶質液(乳酸リンゲル、生食)は極力避けます。

また 2013 年 CRASH-2 トライアルで外傷にトランサミン(tranexamic acid)が有用であることがわかりましたから、受傷後 3 時間以内にトランサミン 1g を 10 分で静注し、次の 8 時間以内に更に 1g を投与します。当、西伊豆健育会病院では重症外傷の場合は即座にトランサミンを静注し、救急車に研修医の同乗してもらいますが sBP を 80-90 に保ち 100 以上にしないようお願いしております。

詳細は下記をご覧ください。

- 重症外傷患者の初期治療(総説) New Engl J Med, Feb.21, 2019
[conference_2019_04.pdf \(nishiizu.gr.jp\)](#) (西伊豆早朝カンファ)

また小生、度肝を抜かれたのは欧米で外傷での輸液制限、トランサミン投与を臨床に取り入れたスピードでした。2015 年のパリ同時多発テロでは救急隊が既に輸液制限、トランサミン投与を車内で行っているのです。一方、日本国内では未だにこれが医師の常識になっていません。

- パリ多発テロに対する救急対応 The Lancet, Dec.19/26,2015
[conference-28_02.pdf \(nishiizu.gr.jp\)](#) (西伊豆早朝カンファ)

小生、救急救命東京研修所で整形外科の特講を半年に一回行っているのですが、救急救命士も大半は知りません。

欧米で一気に新知識が広まり日本で広まらないのは一体なぜなのでしょう。

ヨーロッパではイント・ヨーロッパ語族同士の垣根の低さ、国内では英語文献のハードルの高さなのでしょうかね？

まとめますと外傷でミトコンドリアは内なる敵(enemies within)で細菌同様全身炎症、凝固障害を起こします。

それでは NEJM, April 11, 2024 の「生涯にわたるエネルギー、主栄養素のガイド」最重要点 11 の怒涛の反復です。

- ① 推奨は野菜, フルーツ, 全粒穀物, 低脂肪乳, lean meats(脂肪なし), 卵, 魚介, 豆, ナッツ, 植物油, 魚油。
- ② 降圧に減塩、減量かつ地中海食有効。果物・野菜のK↑で降圧(ポタシウムスイッチ)。
- ③ 避けよ: 牛, 豚, 加工肉, 高脂肪乳, 精製炭水化物, スイーツ, 飽和/トランス脂肪。酒: 男<2, 女<1drink。
- ④ 瞬発運動は筋クレアチン酸で、短距離は嫌氣的解糖、長距離は TCA サイクルでエネルギー得る。
- ⑤ 蛋白・炭水化物 1g4Cal、脂肪 1g9Cal。脂肪はβ酸化しアセチル CoA を TCA で ATP に。

- ⑥ 不飽和脂肪酸は二重結合あり植物由来で液体、飽和脂肪酸は動物由来で固体で LDL ↑。
- ⑦ 植物油から工業的にマーガリン等のトランス脂肪酸ができ LDL ↑。極力、不飽和脂肪酸摂取を。
- ⑧ 糖原性アミノ酸かケト原性アミノ酸から解糖・TCA で ATP 産生。NH₃ は尿素回路で無毒化。
- ⑨ 食物繊維は消化不能だが便通、血糖改善、Tch ↓、BP ↓、心血管・非伝染性疾患 ↓
- ⑩ 水を飲まなくてもグルコース、脂肪酸, 蛋白質から代謝水約 300ml ができ尿となる。
- ⑪ 外傷でミトコンドリアは内なる敵(enemies within)で細菌同様全身炎症、凝固障害起こす。