

# FIZJOLOGIA ŻYWIENIA

## OTYŁOŚĆ

Metody oceny otyłości:

$$\text{BMI} = \text{masa ciała (kg)} / [\text{wzrost (m)}]^2$$

	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Obwód w pasie	
		Kobiety	Mężczyźni
Norma	18,5-24,9	< 80	< 94
Nadwaga	25,0-29,9	80-88	94-102
Otyłość	> 30,0	> 88	> 102

Metody oceny typu otyłości:

$$\text{WHR} = \text{obwód talii (cm)} / \text{obwód na poziomie górnych kolców biodrowych (cm)}$$

WHR		Typ otyłości
Kobiety	Mężczyźni	
> 0,8	> 1,0	otyłość wisceralna (brzuszna)
< 0,8	< 1,0	otyłość gynoidalna (pośladkowo-udowa)

## ENERGOMETRIA

Zajmuje się badaniem wpływu czynników fizjologicznych i patologicznych na natężenie procesów przemiany materii (metabolizmu)

Podstawową jednostką w nauce o żywieniu jest tzw. duża kaloria (kcal). **Kaloria** - ilość ciepła potrzebna do ogrzania 1 g czystej chemicznie wody o 1 °C, od temperatury 14,5 °C do 15,5 °C, pod ciśnieniem 1 atmosfery.

## PRZEMIANA MATERII

1. podstawowa przemiana materii (PPM)
2. spoczynkowa przemiana materii (SPM) SPM > PPM o ok. 10%
3. całkowita przemiana materii (CPM)

## PODSTAWOWA PRZEMIANA MATERII /PPM/

Najniższy stopień przemian energetycznych, warunkujący dostarczenie energii niezbędnej do zachowania podstawowych funkcji życiowych organizmu w optymalnych warunkach.

U dorosłych wynosi ok. 1 kcal/kg m.c/godz czyli ok. 1600-1800 kcal/dobę.

### PPM zależy od:

masy ciała, wzrostu, wieku, płci, stanu odżywienia, czynników genetycznych, funkcjonowania gruczołów endokrynnych (h. tarczycy, katecholaminy), stanu układu nerwowego (stres), stanu zdrowia (temp. ciała, zażywane leki, warunków klimatycznych).

## CAŁKOWITA PRZEMIANA MATERII /CPM/

Całodobowe wydatki energetyczne człowieka, związane z jego normalnym funkcjonowaniem w środowisku i pracą zawodową.

### CPM zależy od:

- podstawowej przemiany materii /PPM/
- termogenezy poposiłkowej (SDDP, swoiste, dynamiczne działanie pokarmu) (białka  $\uparrow$ PPM o 25-30%, tłuszcze  $\uparrow$ PPM o 14%, węglowodany  $\uparrow$ PPM o 6%)
- aktywności fizycznej (3 poziomy aktywności fizycznej: mała:  $K=1,5 \times PPM$ ,  $M=1,4 \times PPM$ , umiarkowana:  $K$  i  $M=1,7 \times PPM$ , duża:  $K$  i  $M=2,0 \times PPM$ )

$$CPM = PPM + T + AF$$

## RÓWNOWAŻNIKI ENERGETYCZNE

- fizyczne: 1g białka = 5,65 kcal, 1g tłuszczu = 9,45 kcal, 1g węglowodanów = 4,10 kcal
- fizjologiczne netto: 1g białka = 4,0 kcal, 1g tłuszczu = 9,0 kcal, 1g węglowodanów = 4,0 kcal

## PRAWDŁOWE ŻYWIENIE

zaspokaja potrzeby organizmu pod względem kalorycznym, jakościowym i ilościowym składników odżywczych

**Równowaga energetyczna:** dobowy bilans energii wprowadzonej = energii zużytej

## SKŁADNIKI ODŻYWCZE

- **budulcowe:** białka, składniki mineralne, woda
- **energetyczne:** tłuszcze, węglowodany
- **regulujące:** witaminy, składniki mineralne

### Prawidłowe żywienie

W prawidłowo skonstruowanej diecie 10-20% dobowego zapotrzebowania energetycznego powinno być pokryte przez białka, 45-65% przez węglowodany, 20-35% przez tłuszcze (z tego 10% przez niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe)

## BIAŁKA

- podstawowy składnik żywych tkanek
- składniki budulcowe (wzrost, uzupełnianie ubytków, naprawa tkanek)
- enzymy i hormony (sterowanie przemianą materii, udział w syntezie i degradacji)
- udział w procesach obronnych ustroju (przeciwcięża)
- uczestniczą w homeostazie kwasowo-zasadowej
- regulują równowagę wodną (albuminy)
- funkcje transportowe (hemoglobina, mioglobina - tlen, transferyna - żelazo)

- udział w procesach widzenia (opsyna)

### **Białka pełnowartościowe**

- zapewniają utrzymanie organizmu przy życiu oraz wzrost i rozwój organizmu
- zawierają wszystkie niezbędne aminokwasy w proporcjach zapewniających ich maksymalne wykorzystanie do syntezy białek ustrojowych
- białka pochodzenia zwierzęcego (mleko, jaja, mięso, ryby)
- wyjątek fibryna i żelatyna - nie zawierają tryptofanu

### **Białka niepełnowartościowe**

- zapewniają utrzymanie organizmu przy życiu, ale nie wzrost i rozwój organizmu
- nie zawierają wszystkich niezbędnych aminokwasów
- białka pochodzenia roślinnego (zawierają mało lizyny, metioniny, tryptofanu, waliny)
- wyjątek - białka roślin strączkowych, soja - wysoka wartość odżywcza

### **Nadmiar białka w diecie**

- niemowlęta: biegunki, odwodnienie, gorączka, objawy kwasicy
- dorośli: zaburzenia pracy nerek i wątroby, otyłość, dyslipidemia, miażdżyca i nadciśnienie

### **Niedobór białka w diecie**

przyczyny: zaburzenia trawienia, wchłaniania, syntezy i rozpadu białek, stany chorobowe: anoreksja, nowotwory, choroby przewodu pokarmowego, zwiększone zapotrzebowanie na białko: złamania, oparzenia, nadczynność tarczycy, stany pooperacyjne

## **TŁUSZCZE**

- źródło energii dla organizmu (nasycone) oraz źródło energii i funkcja budulcowa (nienasycone)
- transportują witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (A, D, E, K)
- składniki błon komórkowych (fosfolipidy)
- stanowią niezbędny składnik komórek nerwowych (sfingolipiny)
- dostarczają NNKT, z których powstają hormony tkankowe (prostaglandyny, prostacykliny, leukotrieny, tromboksan)
- cholesterol jest produktem wyjściowym do produkcji hormonów i kw. żółciowych

### **Kwasy tłuszczowe**

- nasycone: zwiększenie poziomu cholesterolu, wzrost ryzyka otyłości, cukrzycy typu II, miażdżycy, agregacji, chorób nowotworowych
- jednonienasycone: obniżenie poziomu cholesterolu, LDL, zwiększenie HDL
- wielonienasycone: obniżenie poziomu cholesterolu, LDL, zwiększenie HDL, większe ryzyko oksydacji LDL i rozwoju miażdżycy

### **Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT)**

Z wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zasadnicze znaczenie dla człowieka mają kwas linolowy ( $\omega$ -6, występuje w nasionach roślin, szczególnie zbóż, olejach roślinnych) i  $\alpha$ -linolenowy ( $\omega$ -3, występuje w liściach szpinaku, sałaty). Nie są one syntezowane w organizmie, muszą być dostarczane z pożywieniem. Z nich powstają pozostałe NNKT (z kwasu

linolowego m. in. kwasy:  $\gamma$ -linolenowy, dihydro- $\gamma$ -linolenowy i arachidonowy; z kwasu  $\alpha$ -linolenowego m. in. długołańcuchowe kwasy: eikozopentaenowy i dokozaheksaenowy (występują w tłuszczu rybim- sardynki, śledzie, łosoś, tuńczyk, makrela)

### **Rola NNKT**

- składniki budulcowe
- hamowanie agregacji trombocytów (p/zakrzepowe)
- zwiększenie produkcji prostacykliny (obniżenie ciśnienia)
- transport lipidów, obniżenie poziomu cholesterolu (p/miażdżycowe)
- poprawa właściwości reologicznych krwi, zmniejszenie lepkości
- p/zapalne

### **Niedobór NNKT**

- zmniejszenie masy ciała, zahamowanie wzrostu, pogorszenie procesu gojenia się ran
- zmiany skórne (zapalenie skóry, suchość)
- zwiększona wrażliwość na infekcje
- zaburzenia transportu cholesterolu
- kruchość naczyń włosowatych
- ograniczenie syntezy hormonów tkankowych, zaburzenia czynności tkanek i narządów

### **Cholesterol**

- udział w syntezie hormonów płciowych męskich i żeńskich oraz hormonów kory nadnerczy
- udział w syntezie witaminy D
- udział w syntezie kwasów żółciowych
- składnik błon komórkowych

### **Normy dla cholesterolu**

- cholesterol całkowity: < 190 mg/dl
- LDL cholesterol: < 115 mg/dl
- HDL cholesterol: kobiety: > 45 mg/dl, mężczyźni: > 40 mg/dl

## **WĘGLOWODANY (rola)**

- źródło energii
- regulacja metabolizmu
- źródło błonnika
- detoksykacja organizmu
- ochrona dla białek
- cechy organoleptyczne pokarmu
- synteza aminokwasów
- funkcje specjalne: strukturalne (glikolipidy, glikoproteiny); fizjologiczne: glikozydy nasercowe, heparyna; bakteriostatyczne: glikozydy roślinne, antybiotyki

### **Norma dla glukozy**

70 - 99 mg/dl

## **Błonnik pokarmowy**

Błonnik roślinny - kompleks substancji wchodzących w skład komórek roślinnych, opornych na działanie enzymów trawiennych człowieka. W skład kompleksu wchodzi: celuloza, hemiceluloza, skrobia oporna, pektyny, gumy, kleje roślinne, ligniny, polisacharydy roślin morskich (agar, alginiany)

## **Rola błonnika**

- „szczotka fizjologiczna” (przyspieszenie pasażu jelitowego, ułatwienie usuwania niestrawionych resztek i substancji szkodliwych)
- adsorbent (zdolność do wymiany jonowej, do wiązania wody, buforuje i wiąże nadmiar kwasu solnego w żołądku)
- wypełniacz (zwiększa objętość treści pokarmowej w jelicie cienkim, zmniejsza wartość energetyczną diety, daje uczucie sytości)
- reguluje skład flory bakteryjnej przewodu pokarmowego
- ochrona przed chorobami (uchyłkowości jelita, zaparcia, żylaki odbytu, choroby nowotworowe przewodu pokarmowego)

## **WITAMINY**

Nie są źródłem energii ani strukturalnymi składnikami tkanek, niezbędne jednak dla wzrostu i rozwoju organizmu oraz prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych.

Mają różny mechanizm działania jednak wszystkie wpływają w sposób bezpośredni lub pośredni na komórkowe procesy metaboliczne, najczęściej jako koenzymy lub biologicznie aktywne składniki o charakterze hormonów.

### **Rozpuszczalne w tłuszczach**

*A, D, E, K*

### **Rozpuszczalne w wodzie**

*B1, B2, B5, B6, B12, C, wit. PP  
kw. foliowy (folacyna), wit. H (biocyna)*

## **WITAMINA A**

Retinol – produkty zwierzęce

Prowitamina A –  $\beta$ -karoten – produkty roślinne.  $\beta$ -Karoten wykazuje 1/6 aktywności retinolu.

### **Rola witaminy A**

- prawidłowy przebieg procesów widzenia (składnik rodopsyny)
- prawidłowe funkcje nabłonków
- prawidłowy wzrost organizmów
- prawidłowy rozwój komórek rozrodczych
- działanie antyoksydacyjne ( $\beta$ -karoten)

### **Niedobór witaminy A**

- „kurza ślepotą” (hemeralopia)
- suchość spojówek, upośledzenie działania gruczołów łzowych (kseroftalmia)
- rozmiękanie rogówki (keratomalacja), utrata wzroku
- zaburzenia rogowacenia nabłonków (xerosis)

## WITAMINA D

ergokalcysterol (witamina D<sub>2</sub>, w produktach roślinnych), cholekalcysterol (witamina D<sub>3</sub>, w produktach zwierzęcych), kalcytriol (1,25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>) - aktywna postać witaminy D, prekursorzy witaminy D: 7-dehydrocholesterol (w produktach zwierzęcych), ergosterol (produkty roślinne, grzyby kapeluszowe, drożdże)

### **Aktywacja witaminy D**

Prekursorzy witaminy D gromadzą się w skórze, gdzie pod wpływem UV powstaje z nich cholekalcysterol. Syntezowany w skórze oraz wchłonięty w przewodzie pokarmowym cholekalcysterol jest transportowany do wątroby – tu odbywa się jego hydroksylacja w pozycji 25 – powstaje kalcydiol. Kalcydiol jest następnie transportowany do nerek, gdzie odbywa się jego hydroksylacja w pozycji 1 – powstaje kalcytriol – aktywna postać witaminy D.

### **Rola witaminy D**

- hormon
- regulacja gospodarki wapniowo-fosforanowej i tworzenia kości

**Niedobór witaminy D** (niewystarczająca ekspozycja na światło słoneczne, choroby wątroby i nerek)

- krzywica u dzieci
- osteomalacja u dorosłych (demineralizacja, rozmiękanie kości, wyginanie się kości długich, spłaszczenie miednicy, skrócenie kręgosłupa)

### **Nadmiar witaminy D**

- odkładanie się wapnia w tkankach, kamica nerkowa

## WITAMINA E

Tokoferole – głównie α-tokoferol

### **Rola witaminy E**

- naturalny antyoksydant, skuteczny przy wysokich stężeniach tlenu (drogi oddechowe, erytrocyty)
- chroni NNKT w błonach przed procesami oksydacyjnymi
- opóźnia procesy starzenia się organizmu
- zapobiega poronieniom, leczy niepłodność
- jest odpowiedzialna za prawidłowe funkcjonowanie mięśni

### **Niedobór witaminy E**

- u noworodków – niedokrwistość (przyspieszony rozpad krwinek czerwonych)
- u dorosłych – zmiany neurologiczne, plamy starcze, zaniki mięśni

## WITAMINA K

### **Rola witaminy K**

- odpowiada za aktywację czynników krzepnięcia: II, VII, IX, X

**Niedobór witaminy K** (niedobór kwasów żółciowych, stosowanie antybiotyków, sulfonamidów, chemioterapeutyków, stosowanie antagonistów witaminy K – pochodne kumaryny, salicylany)

- skaza krwotoczna (zaburzenia krzepliwości krwi)

## WITAMINA C

Kwas askorbinowy

### **Rola witaminy C**

- udział w procesach oksydoredukcyjnych zachodzących w komórce
- udział w biosyntezie kwasu foliowego i syntezie kolagenu
- funkcje antyoksydacyjne, regeneracja witaminy E
- ułatwia wchłanianie żelaza i wapnia
- działanie immunostymulujące
- udział w syntezie neuroprzekaźników (dopamina)

### **Niedobór witaminy C**

- długotrwały – niedokrwistość i szkorbut
- zwiększona podatność na zakażenia
- krwawienia śluzówkowe, wylewy podskórne
- obrzęki i bolesność stawów, utrudnione gojenie się ran

## WITAMINA B1

Tiamina, aneuryna

**Niedobór witaminy B1** (większe ryzyko niedoboru u alkoholików, kobiet w ciąży, osób starszych, w stresie, u osób po operacjach)

Początkowo dominują objawy ogólne, takie jak osłabienie, przemęczenie, brak apetytu, nudności, wymioty, biegunka, utrata masy ciała. Następnie dołączają się objawy krążeniowe w postaci tachykardii oraz narastającej niewydolności krążenia. Wyrazem znacznego niedoboru witaminy B1 jest choroba beri-beri.

**Beri-beri** objawia się:

- neuropatią obwodową (zaburzenia czucia w stopie i dłoni, parestezje, osłabienie i zanik mięśni, niedowład kończyn – charakterystyczny objaw - opadanie stopy),
- zmianami mózgowymi (zespół Wernickiego-Korsakowa: encefalopatia Wernickego - zaburzenia koordynacji, porażenie ruchów gałek ocznych, zaburzenia umysłowe; psychoza Korsakowa - stopniowe pogarszanie się pamięci, niemożność zapamiętywania nowych informacji, stąd skłonność do konfabulacji (wypełniania luk pamięciowych fikcyjnymi, wymyślonymi historiami). Zmiany te mogą prowadzić do śmierci
- zaburzenia sercowo-naczyniowe – tachykardia, narastająca niewydolność krążenia, obrzęki

## WITAMINA B2

Ryboflawina

**Niedobór witaminy B2** (nieprawidłowa dieta, większe ryzyko niedoboru u alkoholików, diabetyków, kobiet w ciąży, u osób starszych)

- pękanie i owrzodzenie kącików ust, owrzodzenie języka, zapalenie spojówek, zapalenie rogówki, osłabienie ostrości wzroku, zapalenie skóry moszny, zapalenie skóry warg sromowych
- stany zapalne skóry (łojotokowe zapalenie skóry)
- niedokrwistość normocytowa

## WITAMINA PP

Niacyna, witamina B<sub>3</sub>

**Niedobór witaminy PP** (m.in. w stanach depresyjnych, schizofrenii, alkoholizmie)

Pelagra (choroba 3D) – demencja (otępienie umysłowe, depresja), biegunka (zaburzenia żołądkowo-jelitowe: biegunka, brak łaknienia, nudności, wymioty), dermatosis (zmiany skórne: pękanie, łuszczenie się naskórka, zaczerwienienie, szczególnie wyraźne na odsłoniętych częściach skóry - twarz, dłonie)

## WITAMINA B6

Pirydoksyna, pirydoksal, pirydoksamina i ich pochodne

**Niedobór witaminy B6** (nieodpowiednie odżywianie, alkoholizm, kobiety w ciąży, osoby starsze)

- neuropatie (zaburzenia psychiczne, zapalenia wielonerwowe)
- niedokrwistość niedobarwliwa (mikrocytarna)
- drgawki
- depresja
- uszkodzenia skóry i błon śluzowych - stany zapalne skóry (łojotokowe zmiany na twarzy), podrażnienie języka i błon śluzowych jamy ustnej, zapalenie błony śluzowej jamy ustnej (języka, kącików warg), bolesne zapalenia skóry dłoni, stóp i wystających części twarzy.

-

UWAGA: witamina B6 w formie pirydoksyny jest w nadmiarze toksyczna dla układu nerwowego

## WITAMINA B12

Nie występuje w świecie roślinnym, występuje w produktach zwierzęcych, jest syntezowana przez florę bakteryjną.

Wchłanianie witaminy B12 odbywa się głównie w wyniku transportu aktywnego. W procesie tym uczestniczy wytwarzany przez komórki okładzinowe żołądka czynnik wewnętrzny (czynnik Castle'a). Kompleks witamina B12/ czynnik Castle'a jest transportowany do jelita krętego, gdzie wiąże się z receptorami zlokalizowanymi w nabłonku jelita, następuje oddysocjowanie witaminy B12 i jej przemieszczenie do krążenia wrotnego. Po absorpcji witamina B12 jest transportowana z krwią w postaci związanej z białkiem – transkobalaminą. W organizmie nieaktywna



witamina B12 jest przekształcana do 2 aktywnych koenzymów: adenozylokobalaminy i metylokobalaminy.

**Niedobór witaminy B12** (dieta jarska, niedostateczne wydzielanie czynnika wewnętrznego, resekcja żołądka, uszkodzenie błony śluzowej żołądka, choroby jelit, wrodzony niedobór trans kobalaminy II, zaburzenia krążenia wrotnego)

- niedokrwistość megaloblastyczna (makrocytarna) - występuje niedobór THF, następuje zmniejszenie syntezy zasad purynowych i pirymidynowych, upośledzenie syntezy DNA, zaburzenie funkcji krwiotwórczej szpiku
- zaburzenia neurologiczne - występuje niedobór metioniny, która uczestniczy w syntezie lecytyny (dysfunkcja błon komórkowych, lecytyna jest składnikiem osłonki mielinowej); w syntezie choliny (zaburzenia w wytwarzaniu acetylocholino) – dochodzi do upośledzenia przewodnictwa nerwowego, czego konsekwencją są:
  - o zmiany psychiczne: spowolnienie, apatia, zaburzenia pamięci, depresja, drażliwość, urojenia, halucynacje, paranoja (tzw. obłąd megaloblastyczny)
  - o zwyrodnienia sznurów tylnobocznych rdzenia kręgowego prowadzące do zaburzeń czucia głębokiego, parestezji, niestabilności chodu
- zmiany w przewodzie pokarmowym: brak apetytu (osłabienie wrażeń smakowych), stan zapalny błony śluzowej jamy ustnej, cechy zapalenia języka: tzw. język „bawoli” – ciemnoczerwony lub blady z objawami zaniku brodawek, biegunki lub zaparcia, nudności
- gromadzi się homocysteina – czynnik ryzyka w miażdżycy

Objawem niedoboru witaminy B<sub>12</sub> może być przedwczesne siwienie i zażółcenie skóry o charakterystycznym, cytrynowym odcieniu

## WITAMINA B9

Kwas foliowy, folacyna, foliany

**Niedobór witaminy B9** (może wystąpić u kobiet w ciąży, niemowląt, dziewcząt w okresie dojrzewania, u osób starszych, w chorobach przewodu pokarmowego, alkoholizmie, u palaczy papierosów)

- niedokrwistość megaloblastyczna
- zaburzenia neurologiczne – niedorozwój cewy nerwowej u dzieci - bezmózgowie i przepuklina mózgowo-rdzeniowa grożąca paraliżem dolnej części ciała i upośledzeniem umysłowym
- ryzyko rozwoju miażdżycy

## **SKŁADNIKI MINERALNE**

### SÓD

#### **Rola sodu**

- główny kation płynu zewnątrzkomórkowego
- warunkuje prawidłową pobudliwość tkanki nerwowej i mięśniowej

- bierze udział w skurczu mięśni i przewodnictwie nerwowym
- regulator  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATP-azy
- reguluje gospodarkę wodną (ciśnienie osmotyczne, objętość osocza)
- wpływa na równowagę kwasowo-zasadową
- wpływa na transport aktywny składników odżywczych
- jako regulator pompy sodowo/potasowej uczestniczy w przemianach związanych z wyzwaniem energii i prawidłowym przebiegiem procesów metabolicznych
- składnik soku żołądkowego i trzustkowego – udział w procesach trawienia

**Niedobór sodu (hiponatremia** - niedostateczna podaż, wymioty, biegunka, środki moczopędne, duży wysiłek fizyczny, wysoka temperatura otoczenia)

Hiponatremia objawia się: szybkim męczeniem się, skurczami mięśni, upośledzeniem koncentracji i uwagi, zaburzeniami zapamiętywania, bólami głowy

## POTAS

### **Rola potasu**

- główny kation płynu wewnątrzkomórkowego
- utrzymuje potencjał spoczynkowy błon komórkowych
- uczestniczy w przekazywaniu impulsów nerwowych, warunkuje prawidłową pobudliwość tkanki nerwowej i mięśniowej
- regulator  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATP-azy

**Nadmiar potasu (hiperkaliemia** - suplementacja, wiek, choroby nerek)

Hiperkaliemia objawia się: zmniejszeniem siły mięśni szkieletowych, mrowieniem kończyn, apatią, bradykardią

**Niedobór potasu (hipokaliemia** - anoreksja, bulimia, wymioty, biegunka, środki moczopędne i przeczyszczające, zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej, kawa, alkohol)

Hipokaliemia objawia się: zaburzeniem czynności motorycznych, zwiótczeniem mięśni szkieletowych, obniżeniem progu pobudliwości nerwowej, upośledzeniem funkcji OUN, porażeniem mięśni gładkich (zaparcia), tachykardią

### **Normy dla sodu i potasu w surowicy:**

Sód: 135-145 mmol/l

Potas: 3,5-5,0 mmol/l

## WAPŃ

- uniwersalny przekaźnik wewnątrzkomórkowy (II rzędu), wpływa na zachowanie prawidłowej pobudliwości synaps układu nerwowo-mięśniowego
- warunkuje prawidłową pobudliwość tkanki nerwowej i przewodnictwo nerwowe
- uczestniczy w reakcji skurczowo-rozkurczowej mięśni gładkich i szkieletowych
- podstawowy składnik kości i zębów
- udział w procesach krzepnięcia krwi

**Niedobór wapnia (hipokalcemia** - mała podaż, zaburzenia wchłaniania: zespół złego wchłaniania, niedobór wit.D, zaburzenia hormonalne choroby nerek)

Tężyczka: wzmożona pobudliwość nerwowo-mięśniowa, nadmierny skurcz mięśni kończyn górnych i dolnych, parestezje, inne objawy, tzw. równoważniki tężyczki to: skurcz naczyń wieńcowych – objawy dusznicy bolesnej; skurcz naczyń brzusznych - ból brzucha; skurcz naczyń mózgowych - migreny, zaburzenia świadomości, zaburzenia ukrwienia mózgu; skurcz naczyń obwodowych - sinienie kończyn, ból palców; skurcz głośni, oskrzeli, powiek; światłowstręt oraz podwójne widzenie

## MAGNEZ

- reguluje pobudliwość tkanki nerwowej i mięśniowej
- wpływa na kurczliwość mięśni (antagonista wapnia)

**Niedobór magnezu (hipomagnezemia** - mała podaż, zaburzenia wchłaniania: zespół złego wchłaniania, biegunki, choroby nerek, alkohol, leki moczopędne, zaburzenia hormonalne, stres)

- zaburzenie przewodnictwa nerwowego, mogące prowadzić do tężyczki
- apatia, zawroty głowy, drgawki, tachykardia, arytmia

**Nadmiar magnezu (hipermagnezemia** - choroby nerek)

- hamowanie przewodnictwa w synapsach nerwowo-mięśniowych
- porażenie mięśni poprzecznie prążkowanych
- zahamowanie czynności OUN (zniesienie odruchów, śpiączka)

## ŻELAZO

- składnik cząsteczki hemoglobiny i mioglobiny, transport tlenu do wszystkich komórek organizmu
- uczestniczy w erytropoezie, powstawaniu leukocytów, reakcjach immunologicznych, wpływa na odporność humoralną i komórkową

**Niedobór żelaza** (mała podaż, zaburzenia wchłaniania, krwawienia z przewodu pokarmowego: choroba wrzodowa, nowotwory, NLPZ)

- niedokrwistość
- zmniejszenie zdolności do wysiłku fizycznego
- zaburzenia rozwoju intelektualnego
- zmniejszenie sprawności psychicznej
- zaburzenia snu i odbioru bodźców

## CYNK

- uczestniczy w procesach poznawczych, a także patofizjologii i leczeniu depresji, modulator ośrodkowego układu nerwowego
- katalizator wielu reakcji enzymatycznych
- stabilizator błon komórkowych
- właściwości antyoksydacyjne
- niezbędny w produkcji nasienia i rozwoju płodu
- wpływ na syntezę insuliny
- prawidłowe funkcjonowanie zmysłu smaku

**Niedobór cynku** (mała podaż, choroby przewodu pokarmowego: celiakia, zespół Crohna, resekcja żołądka i jelit, stan zapalny jelit, niewydolność trzustki, dieta wegetariańska, leki np. środki antykoncepcyjne, moczopędne, anaboliki, stres, alkoholizm, nadmierne pocenie się, anoreksja, oparzenia, pasożyty jelitowe, biegunki

- dysfunkcja układu nerwowego, prowadząca do depresji, jadłowstrętu psychicznego, fobii, osłabienia funkcji poznawczych oraz psychomotorycznych, zmienności nastrojów
- oligospermia, spadek stężenia testosteronu, zmniejszenie beztłuszczowej masy ciała
- upośledzenie zmysłu węchu i smaku, zahamowanie wzrostu
- hepatosplenomegalia
- atrofia jąder i jajników
- wypadanie włosów, stany zapalne skóry

### **JOD i SELEN**

- udział w syntezie hormonów tarczycy