Strava, výživa a zdraví

BANT ZS/2020 Anna Pankowská

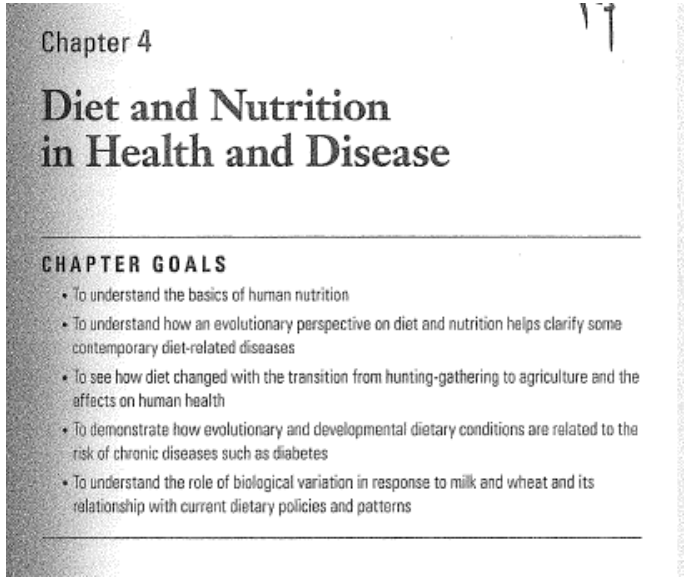
ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni, reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Obsah

- Základní složení lidské výživy (makro a mikronutrienty).
- Strava a onemocnění z evoluční perspektivy. Od lovců sběračů po současnost.
- Současná onemocnění z nesouladu.

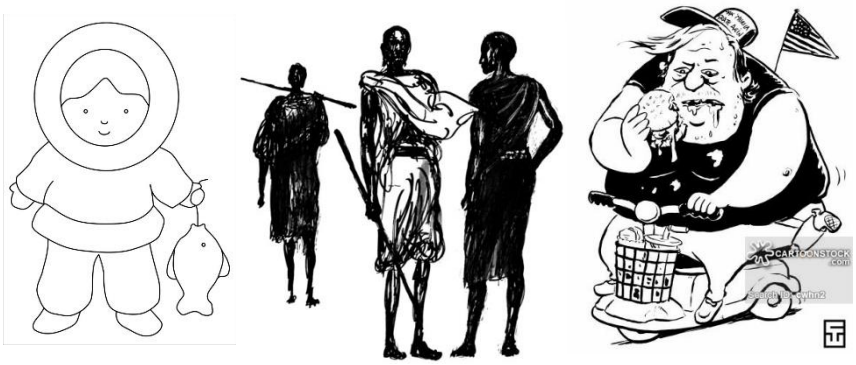


Chapter 4

Diet and Nutrition in Health and Disease

CHAPTER GOALS

- To understand the basics of human nutrition
- To understand how an evolutionary perspective on diet and nutrition helps clarify some contemporary diet-related diseases
- To see how diet changed with the transition from hunting-gathering to agriculture and the effects on human health
- To demonstrate how evolutionary and developmental dietary conditions are related to the risk of chronic diseases such as diabetes
- To understand the role of biological variation in response to milk and wheat and its relationship with current dietary policies and patterns



Věda o výživě a jejím vlivu na zdraví

- Druhá polovina 19. století: hledání příčin onemocnění jen na bakteriální úrovni.
- Přelom 19. a 20. století: objev virů.
- **První polovina 20. století**:
  - 1902: Joseph Goldberger, 1910: Frederick Gowland Hodgkins a Christiaan Eijkman = nepřítomnost životně důležitých látek v potravě vede k nutričním deficiencím a nemocem.
- Rozvoj věd zabývající se výživou až v 60. letech 20. století.

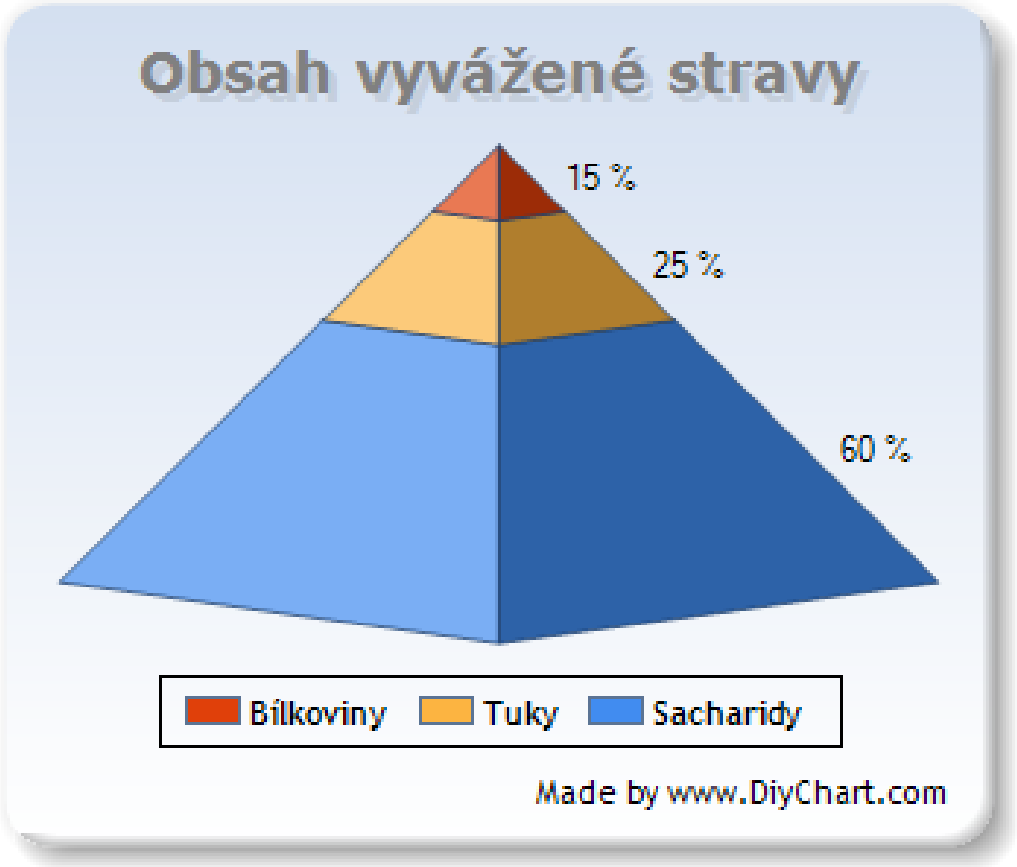
Výživa, složení potravy

- Výživové látky z potravy potřebujeme k získání energie, růstu a obnově buněk, tkání a orgánů.

- Bílkoviny, sacharidy, tuky, vitamíny, minerály a voda.

- Energie: **sacharidy** (rostliny) a **tuk** (živočišný a rostlinný).
- Stavební prvky: **bílkoviny** (tvořeny aminokyselinami).

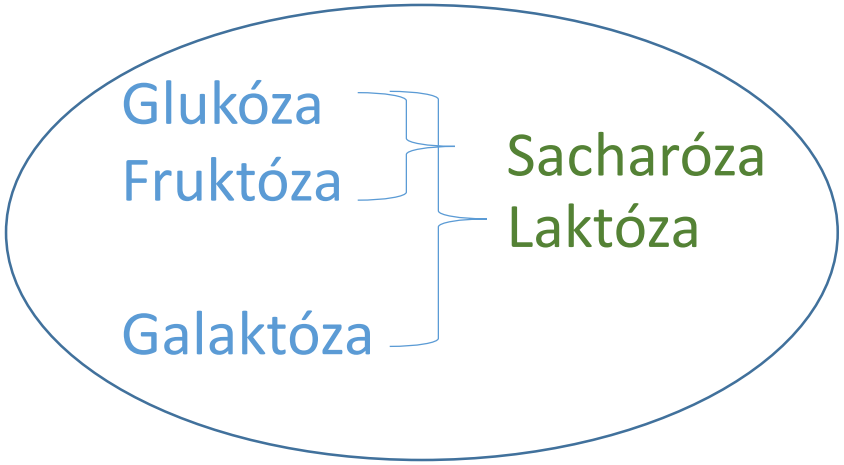
Makronutrienty



Sacharidy (karbohydráty)

- Hlavní složkou většiny ovoce, zeleniny, obilovin, luštěnin a i mléka.

- Monosacharidy, disacharidy a **polysacharidy**.



Polysacharidy

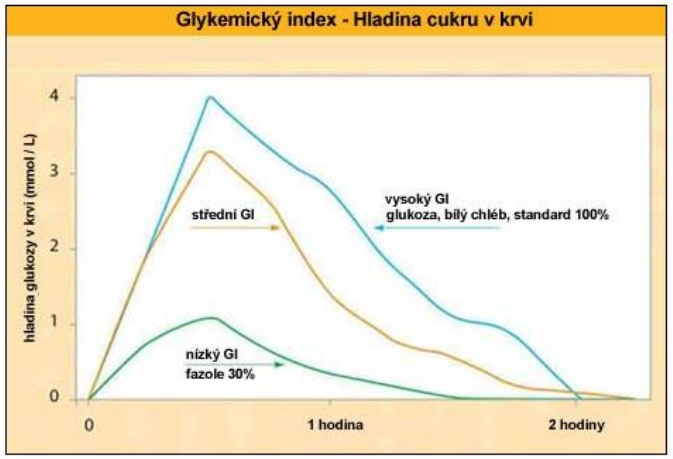
- Složené (komplexní cukry), které obecně nechutnají sladce a tvoří (nebo by měly tvořit) většinu naší potravy.
- **Glykogen**: zásobní polysacharid v tělech živočichů, nepřijímáme ho.
- **Škrob**: hlavní zdroj energie.
- **Vláknina**: druh rostlinného polysacharidu, který lidský organismus neumí trávit.

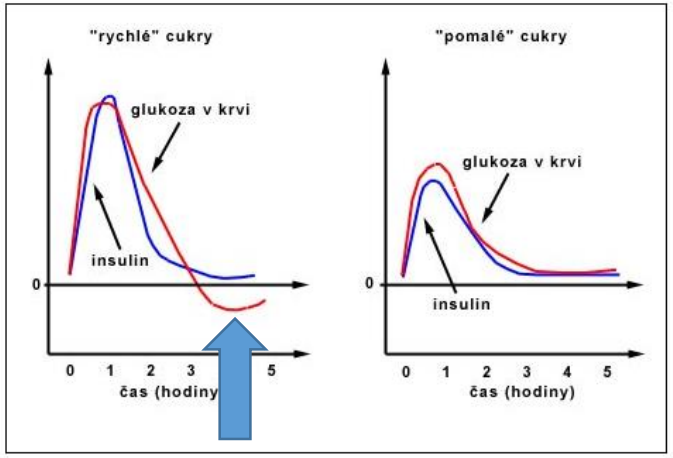
Glykemický index (GI); glykemická odezva

- Udává rychlost využití glukózy tělem z určité potraviny.
- Např. glukóza 100, brambory 90, fazole 25 (reference).

- Množství snědené potravy.
- Př. 75 g sacharidů na 100 g potraviny: špagety

Špagety vařené 5 min: 200 g
GI: 50 (reference)
GI: 150 * (50/200) = 37



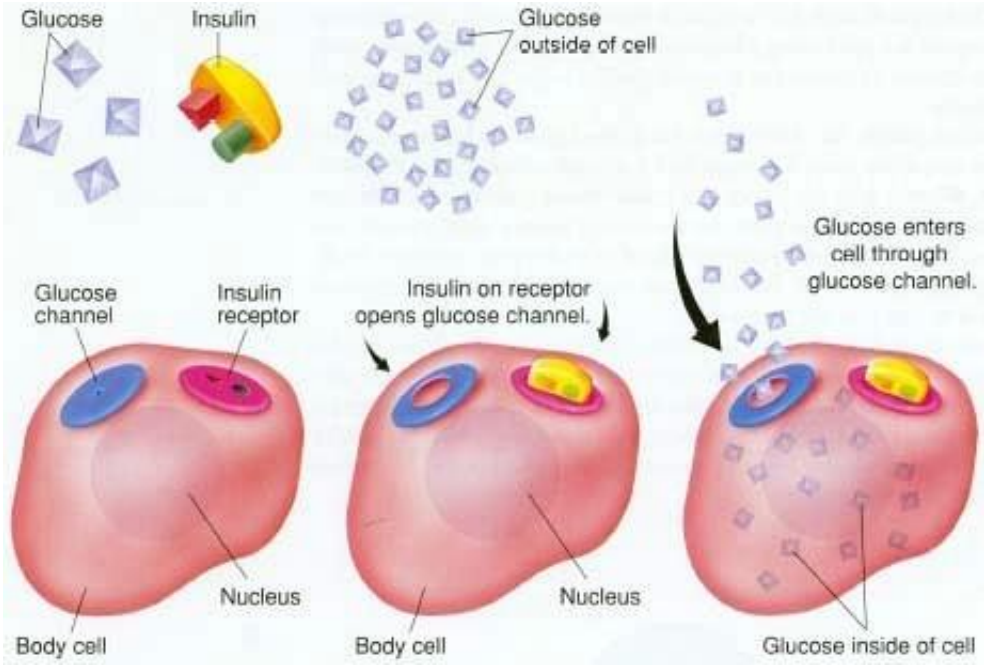


Stob.cz

Inzulín

- Je hormon produkovaný B buňkami Langerhansových ostrůvků slinivky břišní.
- Snižuje hladinu glukózy v krvi (opačná funkce než glukagon).





https://www.weightlossresources.co.uk/body_weight/insulin-resistance.htm

Tuky (lipidy)

- Mnoho nestejnorodých skupin, hydrofobní organické látky.
- Funkce:
    1. součást biologických membrán;
    2. hlavní zásobní forma uhlíku a energie;
    3. prekurzory dalších důležitých látek;
    4. izolační bariéra (např. udržování tepla);
    5. ochranný obal organismů.

Dělení

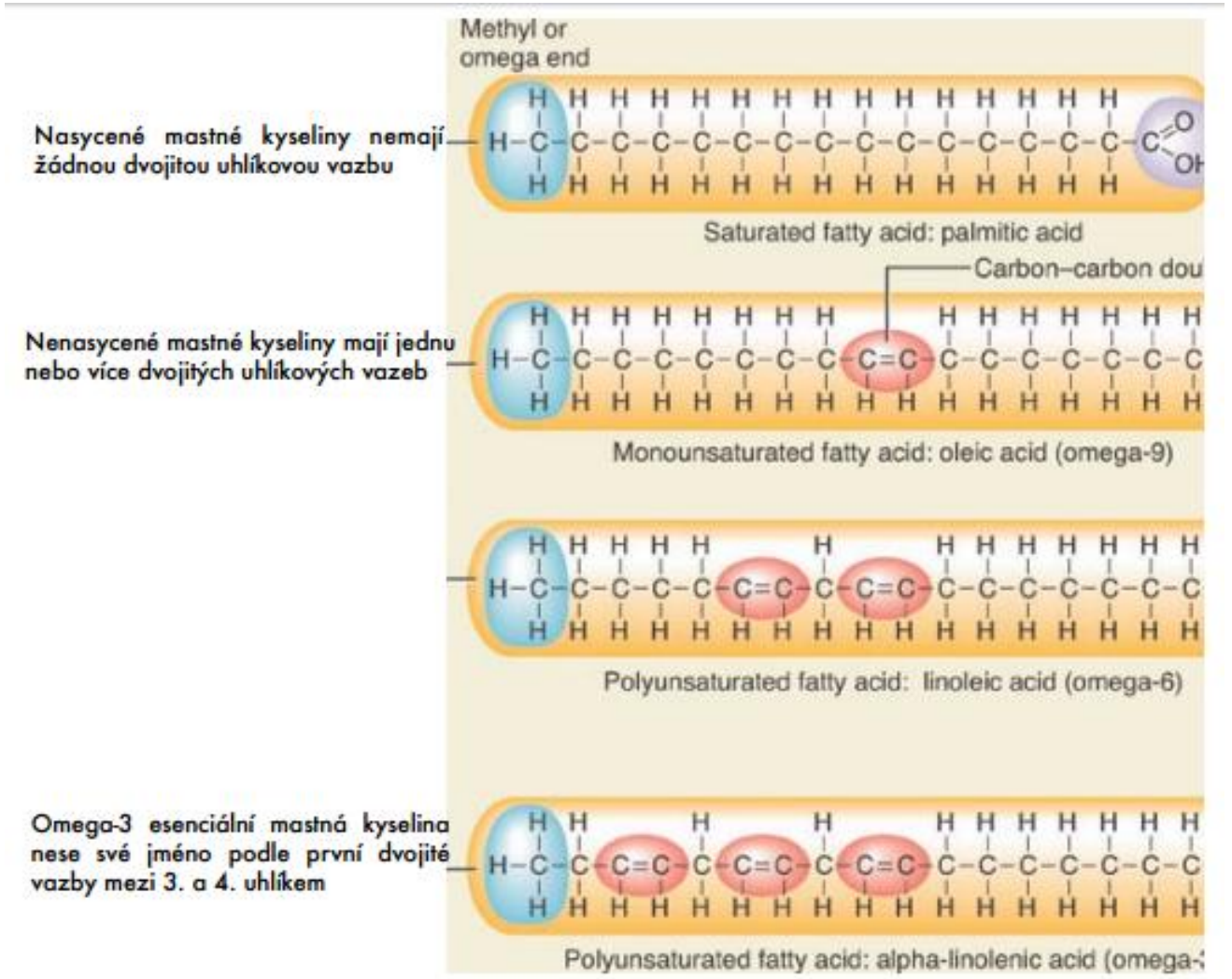
- **Jednoduché lipidy**: glyceridy (mastné kyseliny, glycerol) a vosky.
- **Složené lipidy**: lipoproteiny (LDL, HDL) a fosfolipidy.
- **Odvozené lipidy**: látky lipidické povahy (steroidy, vitaminy aj.).

- Triglyceridy (TAG)

Mastné kyseliny

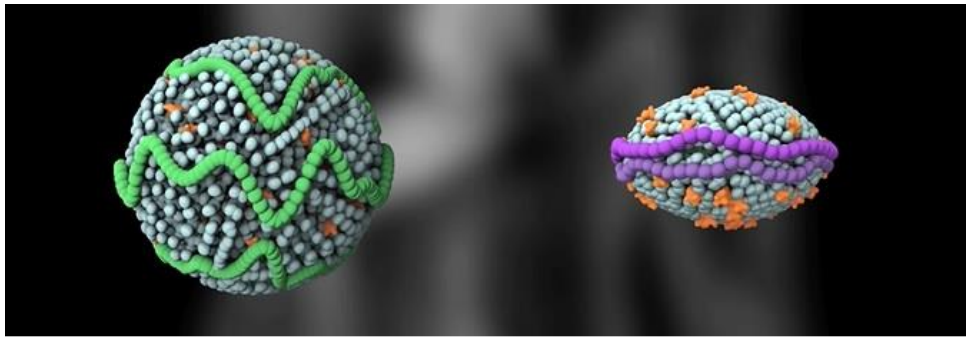
- Nasycené (saturované).
- Nenasycené.
- Omega 3 mastné kyseliny.

- Hydrogenizované.



- Cholesterol
  - Steroidní alkohol, prekurzor hormonů.
  - 90 % je ve stěnách živočišných buněk.
  - Váže se v krvi na proteiny (apoproteiny) a tvoří s nimi **lipoproteiny.**
  - Existují **dvě hlavní třídy lipoproteinů** podle hustoty:

  - LDL (*low-density lipoprotein*) a HDL (*high-density lipoprotein*)



https://www.rehabilitace.info/zdravotni/pomer-mezi-hdl-a-ldl-cholesterolem-proc-je-tato-hodnota-dulezita/

LDL (*low-density lipoprotein*)

- Tzv. “zlý” cholesterol.
- Hlavním dopravcem cholesterolu po těle směrem od jater.
- Čím více celkového cholesterolu je potřeba rozvést, tím je zapotřebí více LDL molekul.
- Stará o to, aby měly buňky ve svých stěnách cholesterolu dostatek a mohly správně fungovat.
- Vysoká hladina LDL cholesterolu = zvýšené riziko kornatění cév.

HDL (*high-density lipoprotein*)

- Tzv. “hodný” cholesterol.
- Zbavuje tělo přebytku LDL a snižuje tak riziko srdečních onemocnění.
- Odvádí cholesterol do jater.

Bílkoviny (proteiny)

- Svou strukturou se od ostatních makronutrientů liší obsahem dusíku.

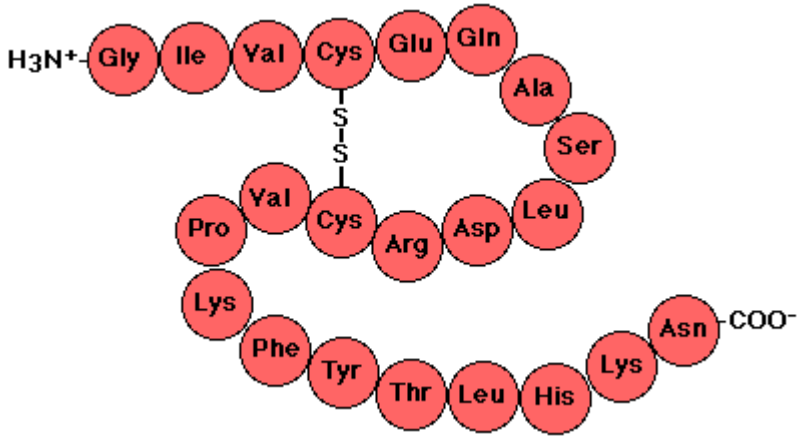
- Funkce: stavební (kolagen), transportní (hemoglobin), pohyb, regulační, imunita (imunoglobiny).

Struktura bílkovin

- Polypeptidy = peptické vazby aminokyselin.
- Pořadí aminokyselin, jejich vlastnosti a konečná struktura vytváří specifický protein.
- Komplementární bílkovina = obsahuje všechny esenciální aminokyseliny.
- Např. maso, mléčné výrobky, semena, ořechy, obiloviny, luštěniny.







Nedostatek a nadbytek bílkovin

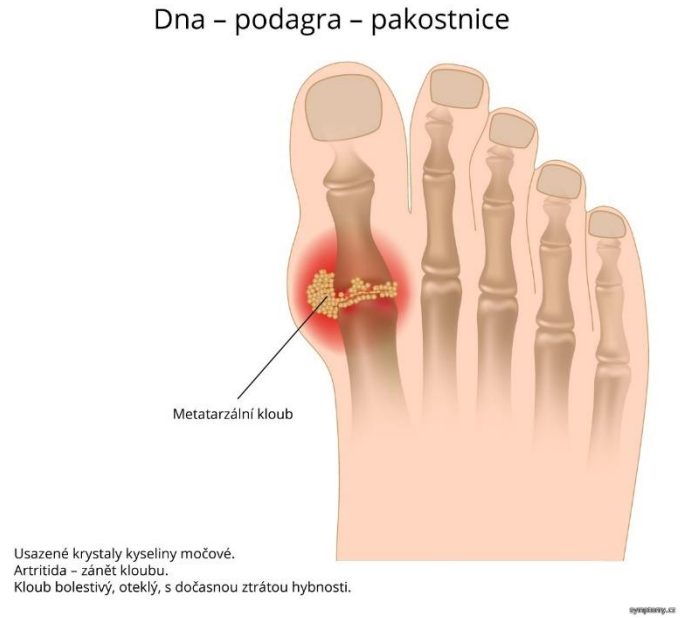
- Bílkoviny se přeměňují na glukózu v případě nouze = odebírají se přímo z tkání: marasmus, proteinová malnutrice.

- Nadbytek bílkovin: deaminace.

Deaminace

- Oddělení dusíkaté skupiny od aminokyselin a přeměna na amoniak. Amoniak je toxický a je proto přeměněn na kyselinu močovou → ledviny → vyloučení močí.

- Nadbytek bílkovin → nevyloučení močí → krystalizace → klouby → DNA.



Mikronutrienty

- Vitaminy (rozpustné v tucích, ve vodě).
- Minerály (esenciální, neesenciální, toxické).

Vitaminy rozpustné v tucích

- **A,** D, E a K

- Vitamin A (maso, vnitřnosti-játra, rybí tuk, žloutek).

Vitamin A

- Vitamín A_1 (**retinol**) a vitamín A_2 (**3-dehydroretin**).
- Vytváří se v organismu z β-karotenu.
- Nutný pro tvorbu rodopsinu = zrakového pigmentu používaného za nízkého osvětlení.
- Nezbytný pro vývoj epitelu.
- Podpora imunity: zachovávání integrity povrchů sliznic (přirozená překážka vůči patogenům).
- Nedostatek: šeroslepost, změny epitelu (šupinatá kůže).

Hypervitaminóza A

- Loupání kůže, průjem, zvracení, bolest hlavy, křeče, intrakraniální hypertenze.
- Ve 4.-9. týdnu *in utero* může také způsobit rozštěpy patra.
- Reakce na kosti = tzv. periostální reakce (ztluštění), novotvorba neplnohodnotnou kostí, osteoporóza spongiózní kosti.

Hypervitaminóza A, Inuiti



Pibloktoq = kulturně specifická porucha (?)

Soc Sci Med. 1985;21(2):173-85.

Pibloktoq (hysteria) and Inuit nutrition: possible implication of hypervitaminosis A.

Landy D.

Abstract

The hysterical reaction among Eskimo peoples known as pibloktoq, one of a group of aberrant behaviors occurring among Arctic and Circumarctic societies termed 'arctic hysterias', has been explained by a variety of theories: ecological, nutritional, biological-physiological, psychological-psychoanalytic, social structural and cultural. This study hypothesizes the possible implication of vitamin intoxication, namely, hypervitaminosis A, in the etiology of some cases of pibloktoq. Its biocultural approach implicates elements of several explanatory classes, which are not mutually exclusive. Experimental and clinical studies of nonhumans and humans reveal somatic and behavioral effects of hypervitaminosis A which closely parallel many of the symptoms reported for Western patients diagnosed as hysterical and Inuit sufferers of pibloktoq. Eskimo nutrition provides abundant sources of vitamin A and lays the probable basis in some individuals for hypervitaminosis A through ingestion of livers, kidneys, and fat of arctic fish and mammals, where the vitamin often is stored in poisonous quantities. Possible connections between pibloktoq and hypervitamonosis A are explored. A multifactorial framework may yield a more compelling model of some cases of pibloktoq than those that are mainly unicausal, since, among other things, the disturbance has been reported for males and females, adults and children, and dogs.

Hypervitaminóza A, *Homo erectus*

letters to nature

Nature **296**, 248 - 250 (18 March 1982); doi:10.1038/296248a0

A possible case of hypervitaminosis A in *Homo erectus*

A. WALKER*, M. R. ZIMMERMAN† & R. E. F. LEAKEY‡

*Department of Cell Biology and Anatomy, The Johns Hopkins University, School of Medicine, Baltimore, Maryland 21205, USA
†Department of Pathology and Laboratory Medicine, Hahnemann Medical College and Hospital of Philadelphia, Philadelphia, Pennsylvania 19102, USA
‡National Museums of Kenya, Box 40658, Nairobi, Kenya

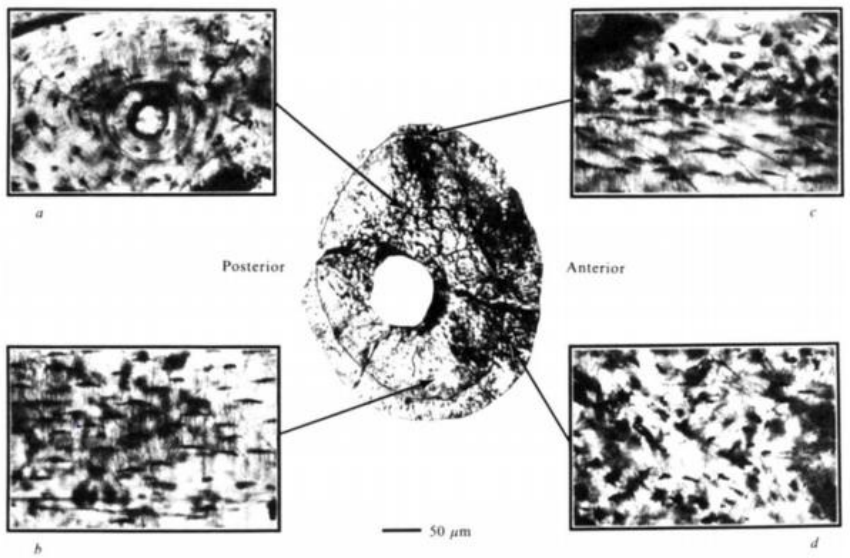


Fig. 2 Cross-section at midshaft of femur showing outer layer of abnormal bone and thin sections taken approximately from the positions shown. *a*, Normal osteon from deeper part of shaft. *b*, Outer lamellar bone showing normal, flattened osteocytic lacunae and canaliculi. *c*, Junction of normal lamellar and abnormal bone, showing sudden transition from normal lacunae to subspherical, disorganized lacunae with more randomly disposed canaliculi. *d*, Disorganized area typical of the abnormal bone.

Following an initial discovery by Bw. K. Kimeu in 1973, sieving operations have recovered the most complete *Homo erectus* skeleton so far known (Fig. 1) from the Upper Member of the Koobi Fora Formation in Area 103, Koobi Fora, East Lake Turkana in Kenya[1,2]. The partial skeleton shows pathological changes consistent with chronic hypervitaminosis A. We attribute this disorder to the high dietary intake of animal liver, most probably that of carnivores, during a period when the dietary habits of *Homo erectus* were changing.

Vitaminy rozpustné ve vodě

- B komplex, C

- Vitamin B1: **Thiamin** (maso, ořechy, pivovarské kvasnice, luštěniny, brambory).
- Vitamin B3: **Niacin** (játra, maso, ryby, obiloviny, houby, luštěniny).
- Vitamin C (citrusy, zelenina, brambory, syrové maso).

Vitamin B1: Thiamin

- Thiamin se v lidském těle neukládá a jeho zásoba vydrží jen na 4-10 dní (v membránách neuronů).

- Působí příznivě na nervový systém a proti únavě.

Hypovitaminóza

- **Beri-beri.**
- Periferními myopatie, vyčerpanost, ztráta chuti k jídlu.
- Deprese, podrážděnost a zmatenost, degenerace kardiovaskulárního systému a svalů, otoky.
- Alkoholici (špatná výživa).
- V ČR je nedostatek vitamínu B_1 vzácný.

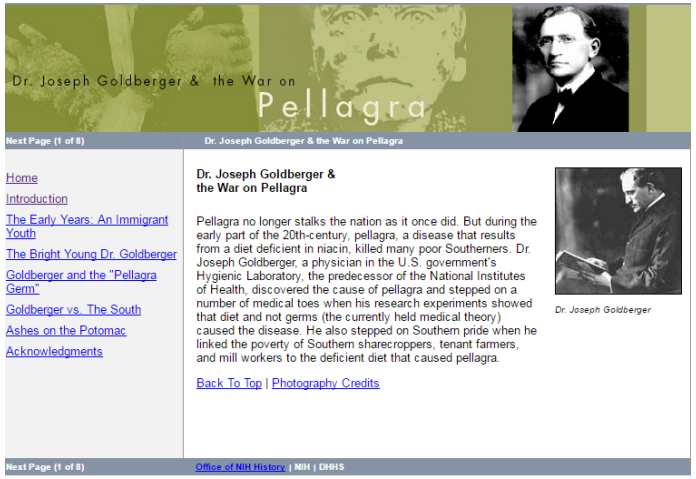
Vitamin B3: Niacin

- V těle se neukládá a jeho syntéza je omezená, je tedy nutný jeho příjem v potravě.
- Snižuje tvorbu lipoproteinů a tím snižuje množství cholesterol v krvi (LDL).
- Může být použit i při léčbě vysokého krevního tlaku.

Hypovitaminóza

- **Pellagra.**
- Nespavost, nechutenství, bolest břicha, vyhublost a poruchy zažívání.

- **Dermatitida** (přecitlivělost, zánětlivé změny).
- **Diarea** (průjem, ztráta na váze, nechutenství).
- **Demence** (zmatenost, nespavost, slabost, halucinace).



Vitamin C

- Kyselina askorbová.
- Lidské tělo nedokáže syntetizovat vitamín C.
- Vitamin C působí na syntézu kolagenu a tím i na všechny orgány (tkáně), které kolagen obsahují.
- Podporuje vstřebávání železa, stimuluje tvorbu bílých krvinek, vývoj kostí, zubů a chrupavek.
- Šípek, černý rybíz, kapusta, brokolice, citrusy.

Hypovitaminóza

- **Kurděje (skorbut).**
  - Porucha osifikace (tvorba kostí).
  - Krvácivost dásní.
  - Bolestivé hematomy ve svalech a v podkoží (snížená pevnost cév).
  - Oslabení organizmu.

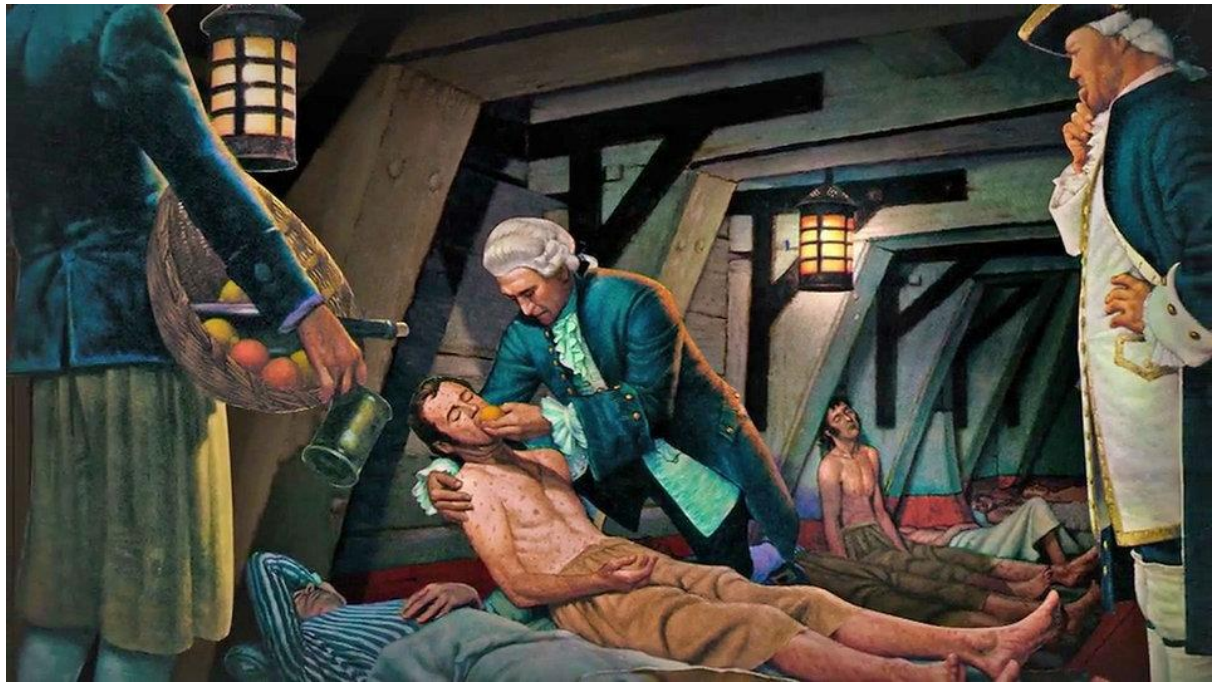
  - První symptomy se objevují až po třech měsících (zpočátku letargie), krvácení až po šesti měsících.

Nemoc námořníků

- *„Za 20 let, které jsem strávil na moři, si troufám odhadnout, že touto nemocí bylo zahubeno deset tisíc mužů“* (**admirál Richard Hawkins, 1593**).

- *„Dásně měli uhnilé až k samotným kořenům zubů a tváře měli tvrdé a napuchlé, zuby byly uvolněné tak, že vypadávaly...dech ohavné chuti. Nohy měli nepevné a slabé...byli plní boláků a ran...“* (**námořní chirurg William Clowes, 1596**).

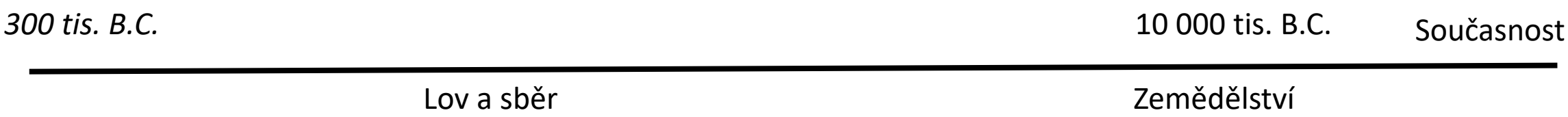
James Lind (1772)



Welt.de

Strava a onemocnění z evoluční perspektivy

- Paleolit = lov a sběr = nejdelší období ve vývoji lidstva.
- Neolit = kultivace rostlin a domestikace zvířat, usedlý způsob života (10 tis. let).
- Industrializace.
- Současnost.



Paleolit

- Neupravovaná strava (bobule, hlízy, rostliny, houby ořechy, med, maso, ovoce, plané obiloviny atd.) = lokální a sezónní.



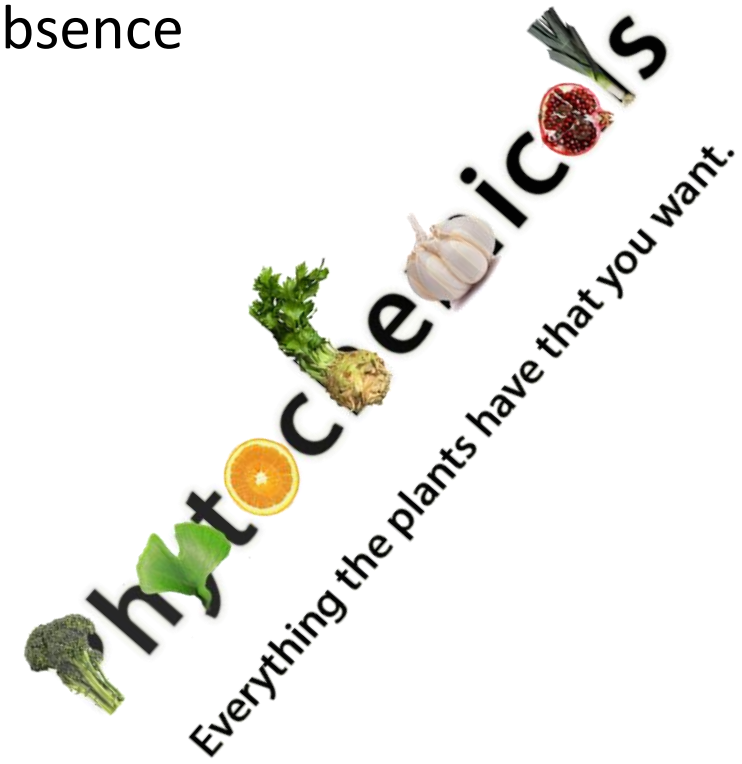
- Aktivita (chůze kolem 10 až 15 km denně a shánění, příprava potravy).

- Malá hustota osídlení.



- Minimum obilovin (kromě planých předchůdců).
- Nasycené, nenasycené a esenciální tuky (absence hydrogenizovaných tuků).
- Méně sodíku (Na).
- Minimum mléčných produktů.
- Maso.
- Široké spektrum rostlinné stravy.

- Fytochemikálie



Neolit

- Postupná závislost na vyprodukovaných plodinách a domestikovaných zvířatech.

- První zemědělci měli prospěch z většího množství jídla, což rychle investovali do většího množství dětí, což zvyšovalo závislost na zemědělství.



Neolitická vesnice podle Z. Buriana

- Závislost na omezeném spektrum potravin (často jedné plodině = pšenice, rýže, kukuřice).
- Opakované hladomory (zničení úrody, poškození škůdci, války).
- Epidemie (limitovaný prostor, soužití s domácími zvířaty).



Pinterest.com

- **Onemocnění**:
  - infekční;
  - metabolická;
  - nespecifické ukazatele stresu jako důsledek periodických hladomorů a větší citlivosti vůči patogenům;
  - pokles výšky postavy jako důsledek zhoršených podmínek během růstu a vývoje.

Postupná adaptace

- Biologická adaptace: vliv na frekvenci výskytu genů se silným vlivem na přežití a reprodukci (srpkovitá anémie, tolerance laktózy v dospělosti, gen TCF 7L2 na podporu sekrece inzulinu = reakce na velké množství sacharidů (Helgason et al. (2007)) aj.

- Kulturní adaptace: lidská činnost vedoucí k vyšší šanci přežít (např. ošacení, obydlí, nástroje, hygiena, keramika, kočka domácí, sýr, **nixtamalizace** = mouka *masa* a mnoho dalších).

Současná strava a onemocnění z nesouladu

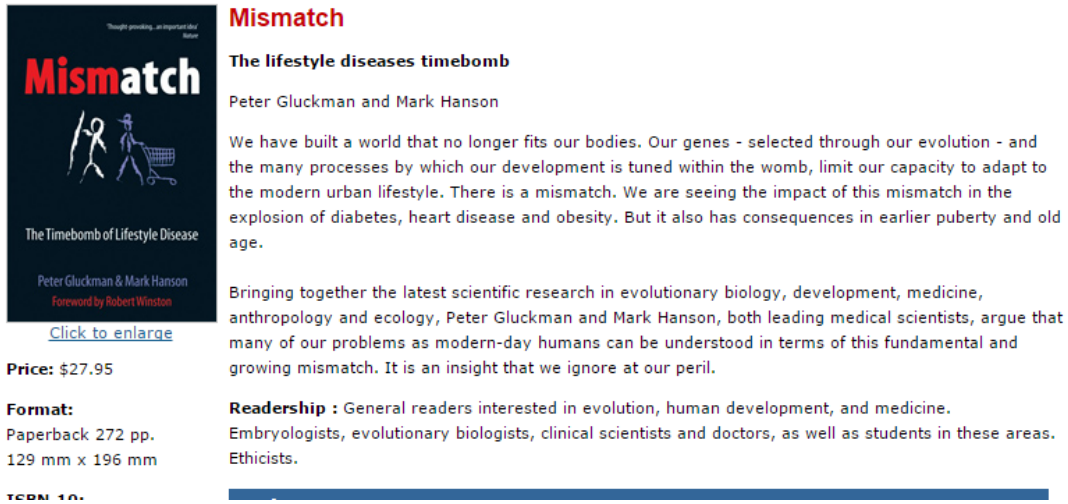
Industrializace a současnost

- Radikální změna stravy a její úpravy.
- **Nadbytek kalorií** x nedostatek kalorií.
- Snížení fyzické aktivity = práce v sedě, dopravní prostředky, rozvoj „služeb“ (více strojů ve výrobě).

- Úprava a dovoz potravin, změna potravin (tuk, škrob, cukr a sůl).
  - Zpracování = odstranění vlákniny, zvýšení GI, zvýšení obsahu škrobu, umělé zvyšování soli a cukru.
  - Méně energie během metabolismu, více dodané energie.

Současnost, onemocnění z nesouladu

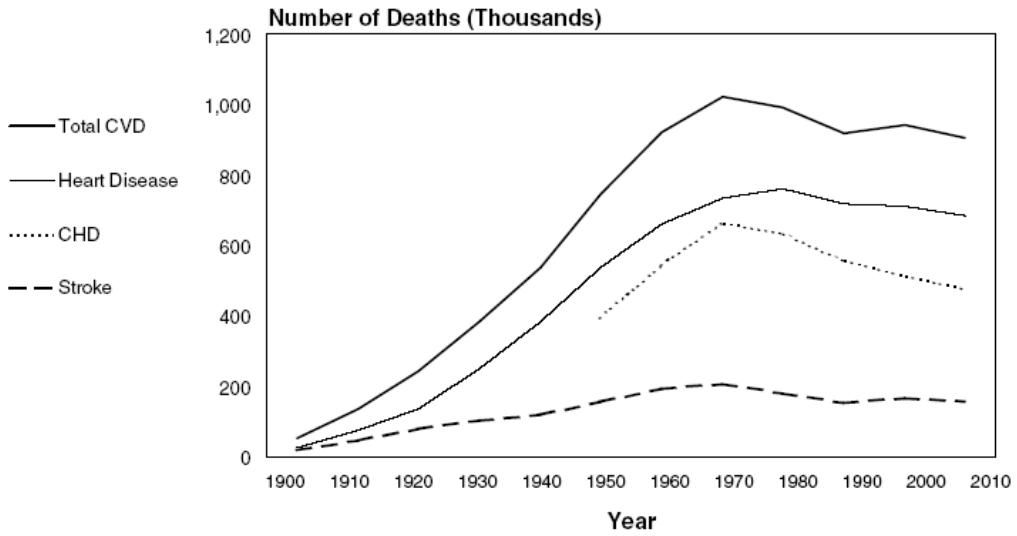
- Naše „paleolitická těla“ nejsou ještě adaptována na moderní vzorce chování.



- Onemocnění:
  - Kardiovaskulární onemocnění.
  - Diabetes typu II.
  - Vysoký krevní tlak.
  - Laktózová intolerance.
  - Céliakie.

Kardiovaskulární onemocnění

- 1/2 lidí nad 45 let zemře na nemoci kardiovaskulárního systému.
- **Ateroskleróza**: chronické progresivní onemocnění cévní stěny = ischemická choroba srdeční, ischemická choroba dolních končetin a ischemická cévní mozková příhoda.



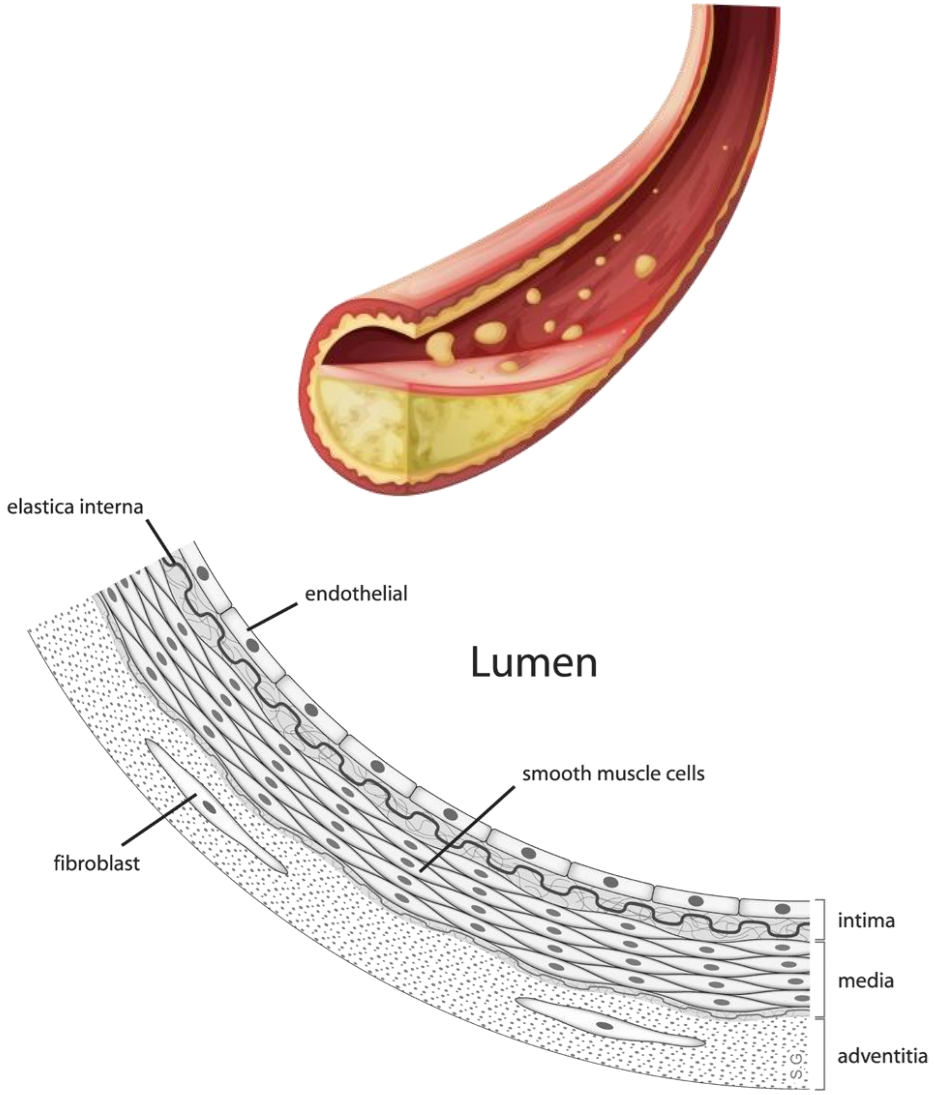
WHO 2016

Ateroskleróza

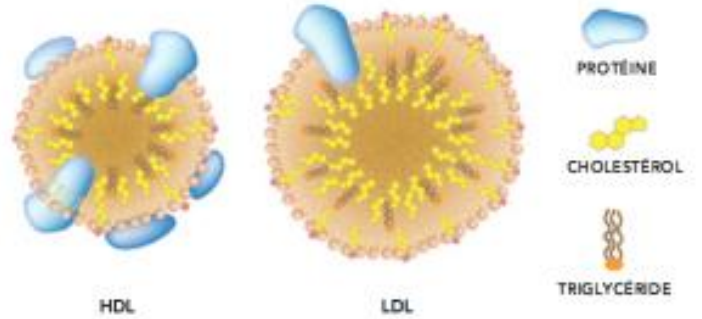
- Dříve považována za degenerativní chorobu s kumulací cholesterolu v tepně (intimě).
- Dnes je považována za zvláštní typ zánětu, tedy arteritidy.
- Dochází k remodelaci cévní stěny = vede k zúžení artérií nebo kompletní blokádě.

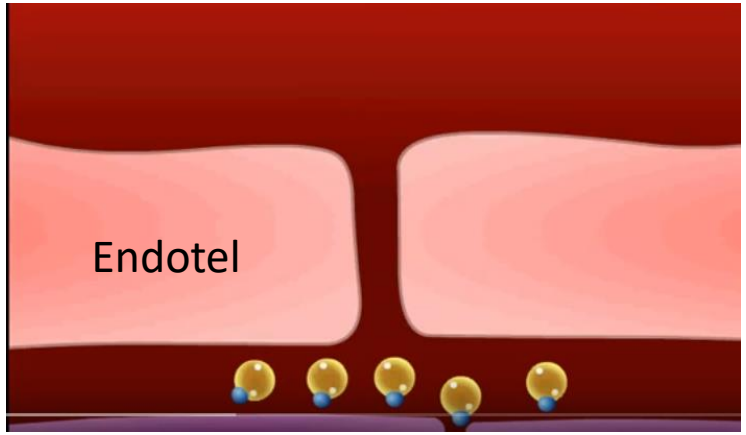
LDL molekula = přeprava cholesterolu, triglyceridů, fosfolipidů z jater do orgánů.

Aterogeneze

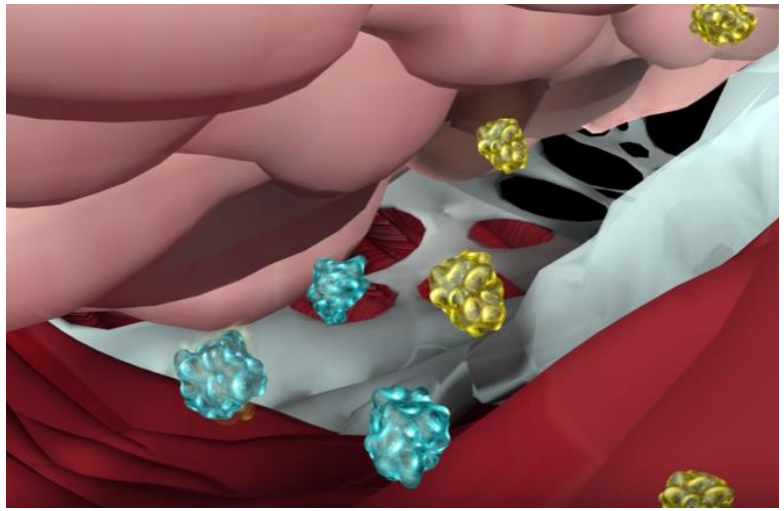


- oxLDL = oxidovaná molekula LDL





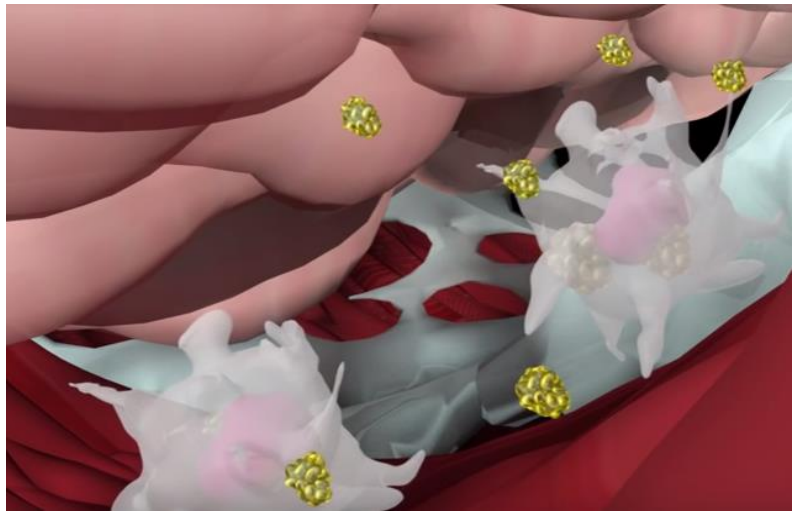
- **Poškození** endotelu hromaděním LDL.
- LDL pod endotelem oxiduje.
- Reakce organismu: zánět.



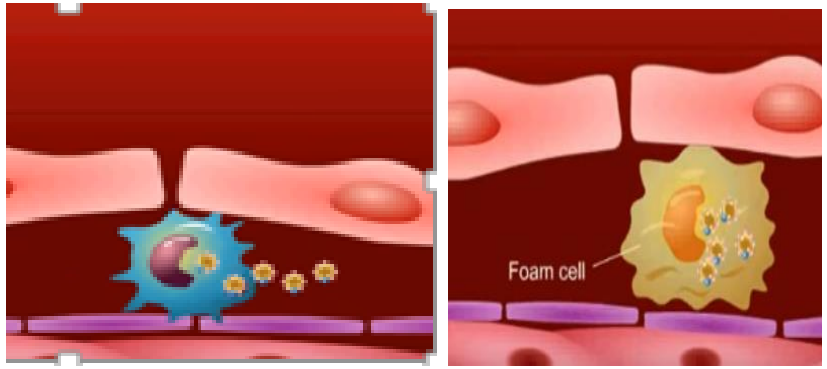
1) Oxidované molekuly LDL.
Oxidace porušuje endotel = disfunkční.



2) Disfunkční endotel produkuje adhesivní molekuly
= makrofágy.

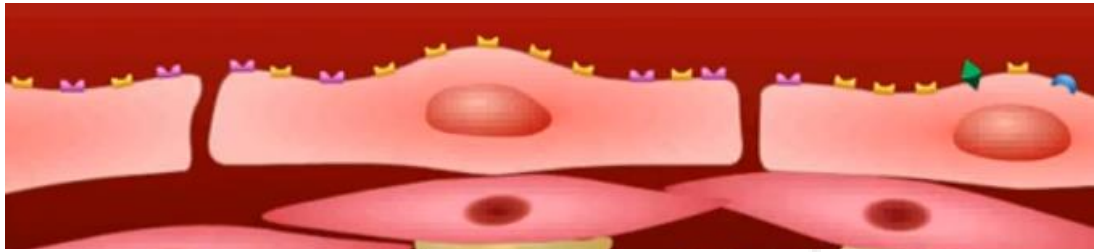


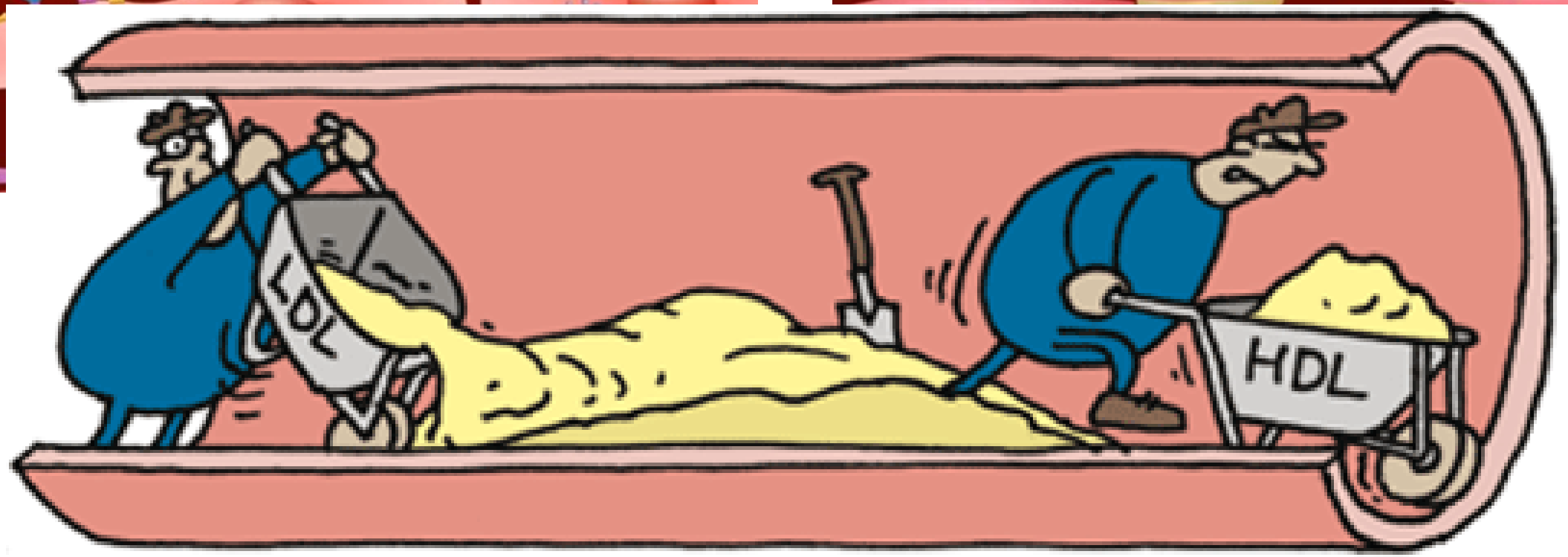
3) Makrofágy pod endotelem.



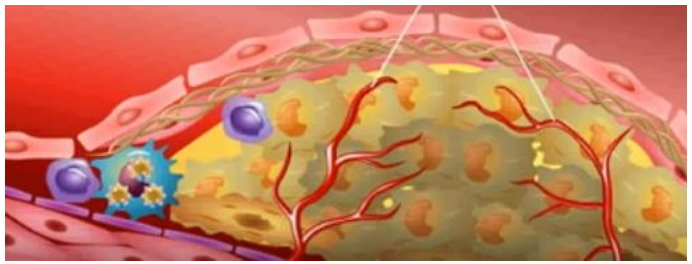
4) Makrofágy pozřou oxLDL a
stanou se z nich pěnové buňky.

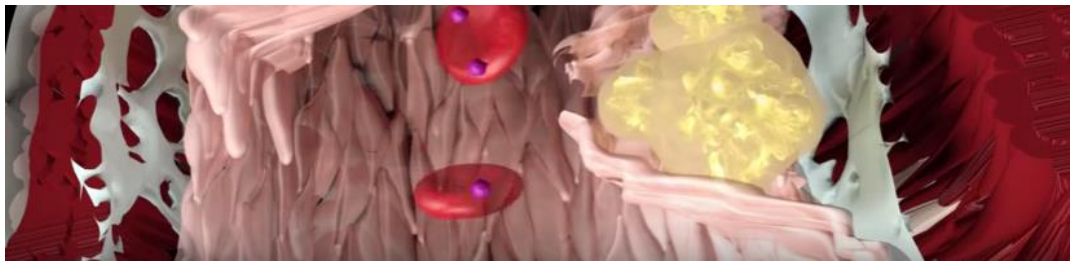






Tekening: Auke Herrema





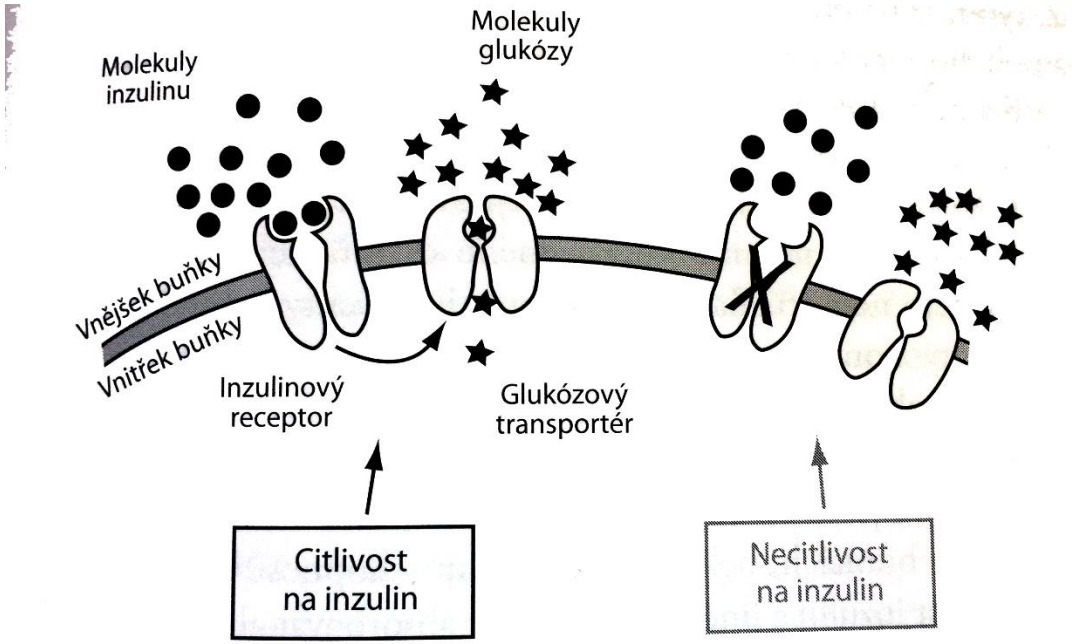
Diabetes typu II.

1985: 30 mil.
1995: 135 mil.
2005: 217 mil.

Nárůst zejména v rozvojových zemích.

Diabetes

- Diabetes typu I = neschopnost produkovat inzulin.
- **Diabetes typu II = inzulinová rezistence buněk.**
  - **Pokles citlivosti tukových, svalových buněk na působení inzulinu.**



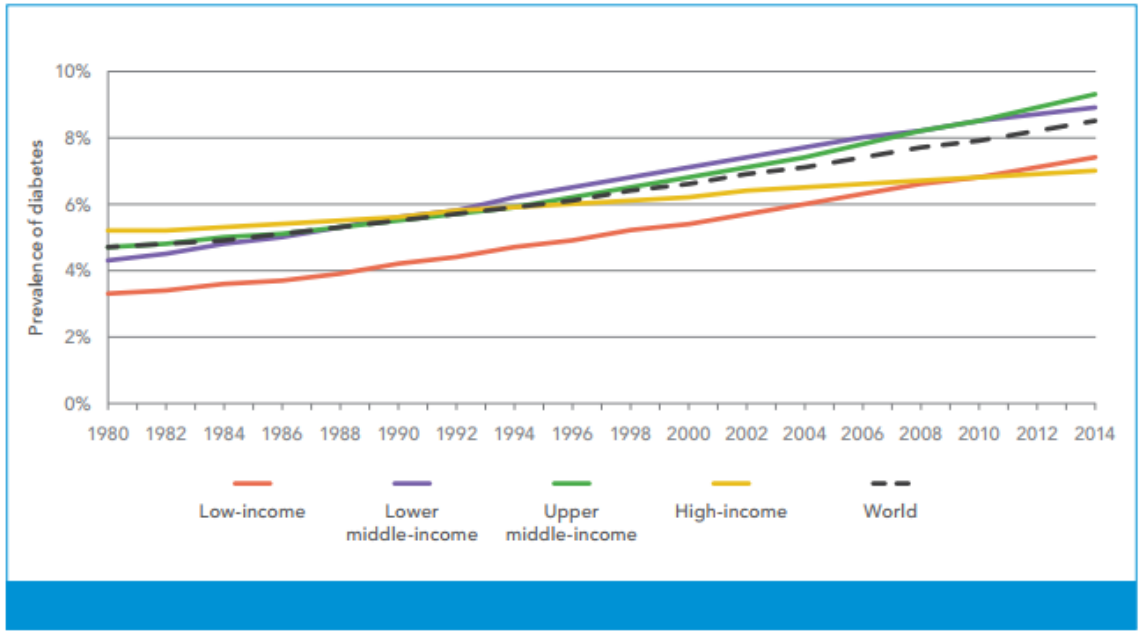
Lieberman (2013)

Výskyt

- Od roku 1975 do roku 2005 v USA: 7x vyšší.
- Indie (Kalkata): 8 % (2010) x v roce 1954: méně než 1 %.

- **Pimové (USA)**
- **Nauru (Mikronésie)**

FIGURE 4A. TRENDS IN PREVALENCE OF DIABETES, 1980–2014, BY COUNTRY INCOME GROUP



http://apps.who.int/

Severoameričtí indiáni Pimové

- Arizona (USA).
- 1. místo na světě ve výskytu obezity a diabetu typu II.
- Po 50. roce života: 70 % lidí s diabetem typu II.
- Pimové v Mexiku mají hmotnost v průměru o 26 kg nižší.



Pima Indian

Diabetes Care. 1994 Sep;17(9):1067-74.

Effects of a traditional lifestyle on obesity in Pima Indians.

Ravussin E[1], Valencia ME, Esparza J, Bennett PH, Schulz LO.

Author information

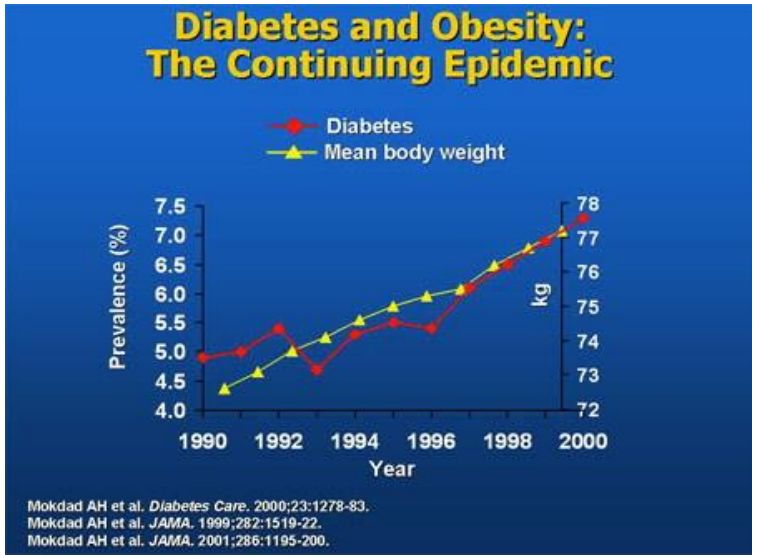
Abstract

OBJECTIVE: The Pima Indians of Arizona have the highest reported prevalences of obesity and non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM). In parallel with abrupt changes in lifestyle, these prevalences in Arizona Pimas have increased to epidemic proportions during the past decades. To assess the possible impact of the environment on the prevalences of obesity and NIDDM, data were collected on members of a population of Pima ancestry (separation 700-1,000 years ago) living in a remote mountainous location in northwestern Mexico, with a lifestyle contrasting markedly with that in Arizona.

- Indiáni Pimové přežívali více než dva tisíce let v pouštích jižní Arizony (lov a sběr).
- Koncem 19. století osadníci odklonili horní toky řek, na kterých byli Pimové závislí se svými zavlažovacími systémy.
- Nízká neúroda = hladovění, redukce obyvatel.
- Životní styl USA = nevýhodou.
- Současnost = pokles nárůstu onemocnění.

Domorodí obyvatelé ostrova Nauru

- Mikronésie.
- Časté hladomory (neúrodná půda, sucho, drancování).
- Nerostné bohatství (fosfáty): těžba od roku 1922.
- Prudký nárůst bohatství (konzumace cukru, neaktivita).
- První doklad cukrovky v roce 1934.
- Dnes: po 50. roce života: 2/3 lidí s diabetem typu II.
- Posledních 10 let stagnace a pokles.
- ?





https://www.aljazeera.com/

- Proč narůstá prevalence diabetu typu II v rozvojových zemích? A proč u Evropanů dochází k nejmenšímu nárůstu? Jak by se tento paradox dal vysvětlit?

Location	Mortality Rate (per 100,000)	Change (1990 - 2013)
Region of the Americas	27.2	44%
South-East Asia Region	21.7	42%
Eastern Mediterranean Region	19.5	61%
European Region	17.4	18%
African Region	13.6	20%
Western Pacific Region	11.5	60%



https://ourworldindata.org

- Evropané podobně jako moderní Naurové nebo Pimové prodělali v minulosti epidemii cukrovky, která byla důsledkem nové dostupnosti dostatečných zásob potravin (zejména od novověku a během industrializace).

- Nositelů „genotypu“ se sklony k cukrovce ubývalo.

- Proto je dnes v evropské populaci méně jedinců s rizikem diabetu typu II.

Co dobrého a prospěšného nám geny související s cukrovkou kdysi přinášely a proč nám dnes způsobují potíže?

Spořivý genotyp a fenotyp

- Spořivý genotyp: **James Neel**
- Spořivý fenotyp: **Johnatan Wells**

Drifty hypothesis: **John Speakman**

Am J Hum Genet. 1962 Dec; 14(4): 353–362.

PMCID: PMC1932342

Diabetes Mellitus: A "Thrifty" Genotype Rendered Detrimental by "Progress"?

James V. Neel

Copyright and License information ▶

J Theor Biol. 2003 Mar 7;221(1):143-61.

The thrifty phenotype hypothesis: thrifty offspring or thrifty mother?

Wells JC[1].

Vysoký krevní tlak

Charakteristika	Systolický tlak	Diastolický tlak
Vysoký krevní tlak	> 140 mm Hg	> 90 mm Hg
Normální krevní tlak	90–119 mm Hg	60–79 mm Hg
Nízký krevní tlak	< 90 mm Hg	< 60 mm Hg

Příčiny:

- obezita;
- nedostatek cvičení;
- vysoký příjem alkoholu;
- vysoký příjem nasycených tuků;
- v **90 % je příčina v konzumaci soli: nad 6 g soli denně (NaCl).**

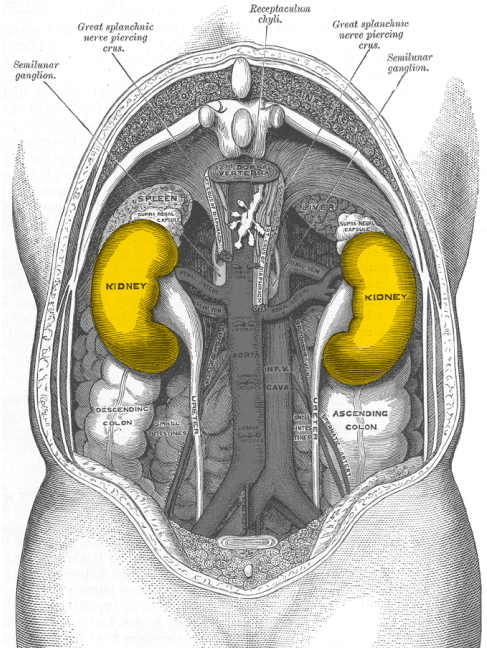
- Vyšší příjem soli.
- Nedostatečná filtrace ledvinami.
- Nevyloučený nadbytek soli se koncentruje v těle.
- Potřeba více tekutin.
- Zvyšování objemu mimobuněčných tělních tekutin.
- Intenzivnější pumpování srdce.
- Zvýšení tlaku.
- Efektivnější filtrace ledvinami.

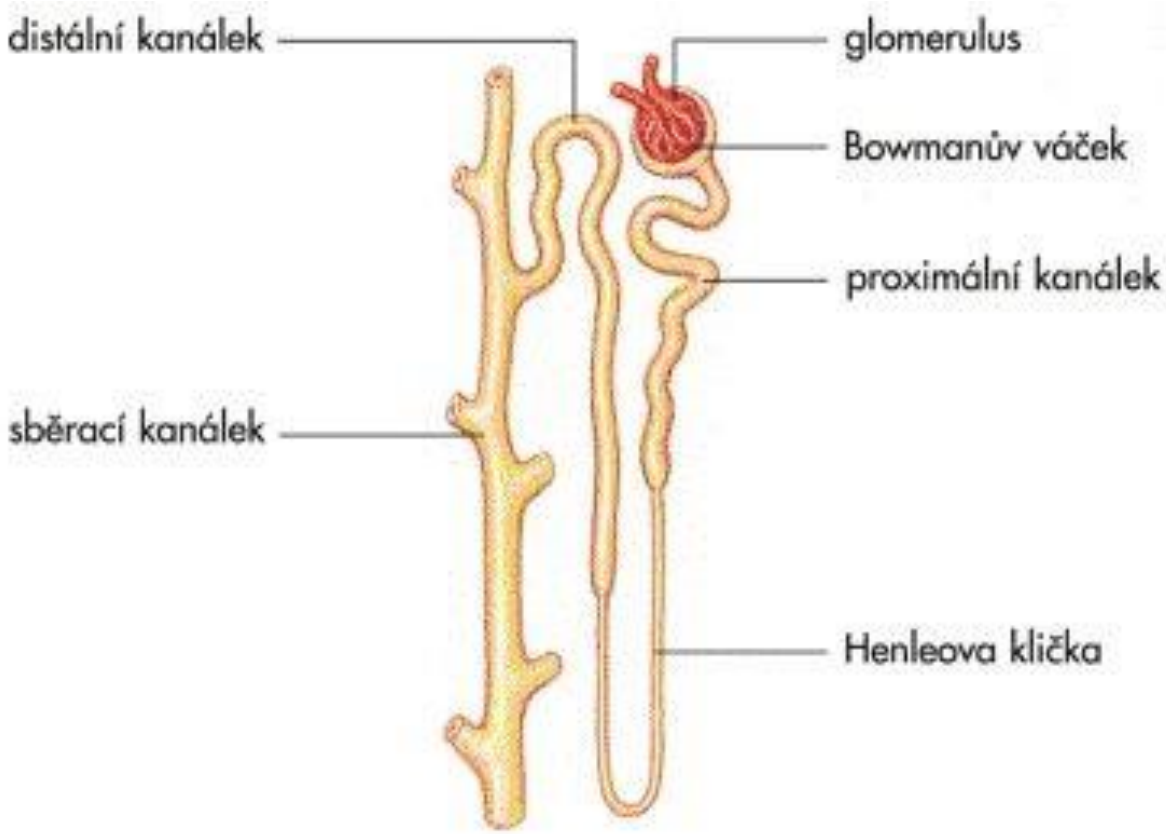
- Opakovaný stav vede k chronické hypertenzi.
- Někteří jedinci (?)

- Více než polovina lidí s chronickým onemocněním ledvin má vysoký krevní tlak. Vysoký krevní tlak zvyšuje pravděpodobnost, že dojde ke zhoršení onemocnění ledvin.

- Většina lidských genů, o kterých je známo, že ovlivňují tlak krve, kóduje proteiny zapojené do zpracování sodíku v ledvinách.

Ledviny (nefron)



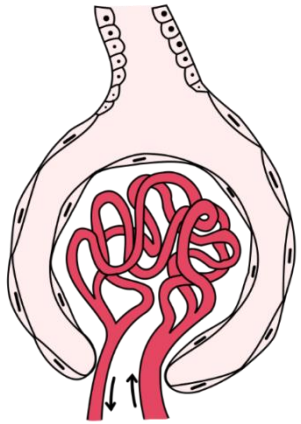


Ledviny a chlorid sodný

- Na+ se zpětně vrací do plazmy: 60–70 % v proximálním tubulu, 25–30 % v Henleově kličce a asi 5 % v distálním tubulu.

- Filtrovaný chlorid sodný, který se zpět neabsorbuje, se vyloučí do moči (1 %).

- **Chyba ve filtraci nebo zpětné resorpci Na+ = více sodíku a vody v těle = vyšší krevní tlak.**



- Chyba filtrace a resorpce NaCl je u hypertenzních osob nazývána obecně jako „genetická vada“.

- **Proč by se gen (geny) udržoval v populaci?**

- **Za podmínek omezeného příjmu soli, je výhodné umět sůl v těle zadržet.**

- NaCl představuje jednu z nejdůležitějších iontových složek krve.

- Spolu s dalšími minerály a stopovými prvky (draslík) se podílejí na udržování rovnováhy tekutin a výši krevního tlaku, nezbytné jsou také pro správnou funkci srdce, nervů a svalů i pro vstřebávání různých látek ve střevě či ledvinách.

Spotřeba soli

- Lovci a sběrači: 1 až 2 g soli denně z masa (nebo z oceánu).

- Současné vyspělé (průmyslové) země: 6 až 20 g soli denně (max. Asie).







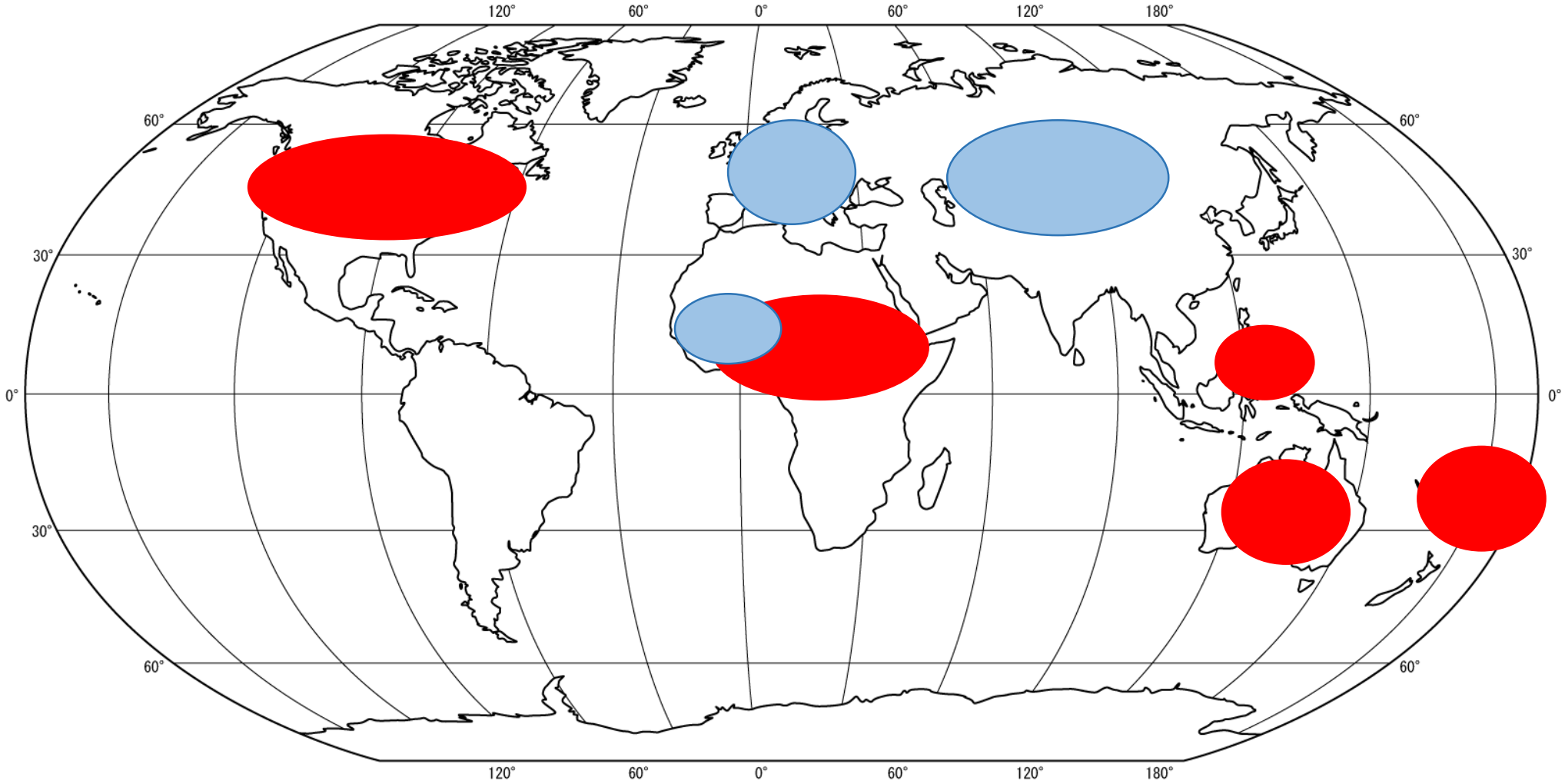


Laktózová intolerance

Laktózová tolerance (perzistence)

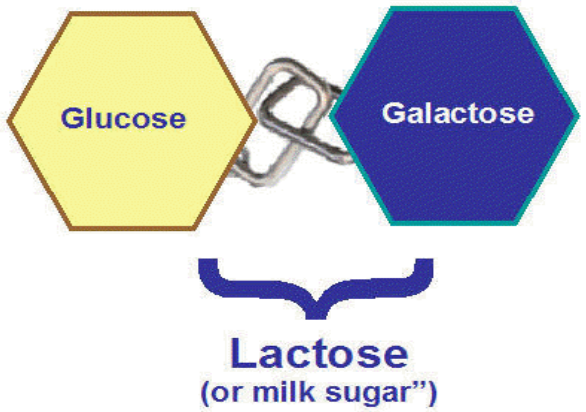
- Schopnost trávit mléko (laktózu) v dospělosti.
- Enzym laktáza.
- Až 32 % světové populace (regionálně specifické). Skandinávie a Velká Británie až 80—96 % (ČR asi 80 %).
- Mutace genu MCM6: záměna báze thyminu za cytozin. Gen leží vedle LCT (gen pro laktázu).
- Zesiluje expresi genu (LCT) = syntézu laktázy = nedojde k poklesu její produkce v dospělosti.
- Několik dalších mutací existuje v Africe.

Laktózová intolerance



Laktózová intolerance

- Částečná nebo úplná **neschopnost trávícího traktu zpracovávat laktózu**.
- Nevolnost, průjem a nadýmání.



- Většina lidí snese omezené množství (2 dcl mléka).

- **Proč jsou někteří lidé vůči laktóze tolerantní a někteří ne.**

1. Domestikace zvířat (neolit): výhoda zachování genu a získání bohatého zdroje živin v podobě mléčných produktů = vyšší fitness.

2. Zdroj vody a cukru na suchých savanách (Masajové, Turkana aj.).

3. Vitamin D. V severních oblastech, kde není dostatek slunce je vyšší riziko nedostatku: prevence (nejen) proti křivici (severní Evropa, střední Asie).

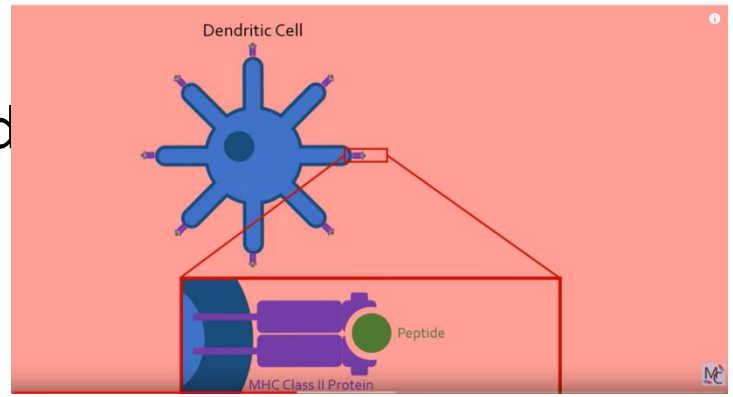
Céliakie

Céliakie

Chronické, autoimunitní onemocnění sliznice (klků) tenkého střeva způsobené nesnášenlivostí lepku (*glutenu; část gliadin*).

Genetické predispozice (HLA: alely DQ2 a DQ8).

- Při proniknutí lepku (gliadinu) střevní sliznicí dojde k d
  tkáňové transglutaminázy TT).
- Dendritické buňky (s MHC II) prezentují deaminovaný
  reakci (T lymfocyty, B lymfocyty) = zánět.
- Dochází k destrukci sliznice.



Projev onemocnění

- Střevní zánět (podráždění či otok).
- U dospělých: nevolnost, nadýmání, obtížné vyprazdňování, dermatitida, deprese, únava, výrazná anemie atd.
- U dětí: neprospívání, opožděný vývoj, defekty skloviny.

- **Aktivní forma**
- **Klinicky němá (tichá) forma céliakie**
- **Latentní forma**
- **Potenciální forma**

Původ céliakie

- Výskyt céliakie kopíruje vznik, vývoj a šíření zemědělství. Přechod z tradiční pestré stravy na monotónní stravu tvořenou obilninami.
- U prvních generací konzumujících obiloviny se předpokládá negativní selekce homozygotů.
- Heterozygoti zůstali v populaci (různá intenzita a různá prevalence).

Proč se onemocnění v populaci stále vyskytuje?
Její výskyt se regionálně i zvyšuje?

- Geny zodpovědné za predispozici k céliakii mohly mít/mají výhodu proti infekčnímu onemocnění.
  - Např. gen HLA-DQ2 chrání před výskytem infekčních onemocnění (Lionetti - Catassi, 2014): silný selekční tlak v počátcích zemědělství.

Table 2. CD Risk Genes that Exhibit Antagonistic Pleiotropy

Gene	Primary alleles	Other functions
HLA-DQ2	HLA-DQ2.5, 2.2	Protective against dental caries
SH2B3		Protective against bacterial infection
HFE	C282Y	Causes hemochromatosis

  - **Koincidence céliakie s hereditární hemochromatózou**
  - Hemochromatóza (nadbytečné vstřebávání a kumulace železa v těle) koreluje s céliakií = chrání proti anémii, která je u céliaků běžná a tím dovoluje céliakům se reprodukovat.
- Vztah genomu a prostředí v současnosti: nárůst lepku, méně kojení a jiný mikrobiom = vyšší výskyt céliakie.

International Journal of Celiac Disease, 2017, Vol. 5, No. 3, 86-94
Available online at http://pubs.sciepub.com/ijcd/5/3/3
©Science and Education Publishing
DOI:10.12691/ijcd-5-3-3

Celiac Disease: The Evolutionary Paradox

Kayla Morrell[1], Melissa K. Melby[2,3,*]

[1]Department of Biological Sciences, University of Delaware, Newark, United States
[2]Department of Anthropology, University of Delaware, Newark, United States
[3]College of Health Sciences, University of Delaware, Newark, United States
*Corresponding author: mmelby@udel.edu

Abstract Celiac disease (CD), an autoimmune disorder triggered by gluten ingestion, negatively affects individuals' health if left untreated. In individuals with the requisite genes, CD destroys the intestinal lining because specific peptide fragments of gluten (protein found in wheat and related grains) bind to the receptor proteins coded for by HLA-DQ2 and DQ8 genes, thereby causing an autoimmune response that damages intestinal cells and results in malnutrition. Because the disease has a genetic basis and can lead to impaired reproductive functioning and death, natural selection should lead to a decrease in CD prevalence over time. However, evidence suggesting CD increases in some populations contradicts this hypothesis, resulting in the 'Celiac Disease Evolutionary Paradox.' The worldwide average prevalence rate is around 1%, although rates of up to 5% have been observed in certain populations. Maintenance or increase in the frequency of CD-predisposing genes in certain populations suggests potential evolutionary benefits for those genes, which may exhibit antagonistic pleiotropy, such as being beneficial for infectious disease but detrimental for chronic disease such as CD. Recent dietary and environmental changes (including dietary gluten exposure, breastfeeding duration and the intestinal microbiome, and immune function) may have led to discordance with the Environment of Evolutionary Adaptedness, thus contributing to increases in CD. Consideration of potential benefits of CD-risk gene alleles, in conjunction with a deeper understanding of environmental factors exerting positive and negative selection on those alleles, may help to explain population variation in CD prevalence rates, and shed light on the complex gene-environment interactions influencing this devastating disease.

Keywords: *celiac disease, evolution, antagonistic pleiotropy, discordance, environment*