

Asociace nadměrného příjmu sodíku s výskytem obezity

Mgr. Erika Čermáková, Mgr. Martin Forejt, Ph.D.

Ústav veřejného zdraví, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Studie zaměřené na hledání příčin obezity ukazují v posledních letech stále častěji na možnou roli nadměrného příjmu sodíku, i když sám o sobě nemá žádnou energetickou hodnotu. Tato souvislost může být vysvětlena z mnoha úhlů pohledu. Nadměrně slané potraviny mají obvykle vysokou energetickou hodnotu. Jako nejčastěji diskutovaná příčina bývá dále uváděna zvýšená konzumace slazených nápojů po požití stravy s nadměrným obsahem soli. Významnou roli může hrát také vznik závislosti na konzumaci slaných pokrmů, což má za následek jejich zvýšený příjem. Nadměrný příjem energie a sodíku byl zjištěn rovněž při konzumaci ultra-zpracovaných potravin, což může být zdůvodněno typicky nižším obsahem bílkovin vzhledem k jejich vysoké energetické denzitě. Kromě toho byla prokázána souvislost vysokého příjmu sodíku a obezity nezávisle na energetickém příjmu. Mechanismus příčiny této souvislosti však nebyl doposud objasněn. Snížení množství soli ve stravě může tedy i pomyslnou oklikou výrazně přispět k účinnosti dietní intervence při prevenci a léčbě obezity.

Klíčová slova: sodík, příjem soli, obezita, závislost na potravinách, slazené nápoje, ultra-zpracované potraviny.

Association between excessive sodium intake and prevalence of obesity

In recent years, studies aimed at finding the causes of obesity have increasingly pointed to the possible role of excessive sodium intake, even though it has no energy value on its own. This association can be explained from many aspects. Excessively salty foods are usually high in energy. Increased consumption of sweetened beverages after consuming a diet with high in salt is also the most commonly discussed cause. An addiction to salty foods, which leads to their increased intake, may also play an important role. Excessive energy and sodium intake was also found with the consumption of ultra-processed foods, which may be due to their typically lower protein content compared to their high energy density. In addition, high sodium intake has been linked to obesity independently of energy intake. However, the mechanism of the cause of this association is still unclear. Reducing the amount of salt in the diet can therefore make a significant contribution to the effectiveness of dietary intervention in the prevention and treatment of obesity.

Key words: sodium, salt intake, obesity, food addiction, sweetened beverages, ultra-processed foods.

Úvod

O zdravotních rizicích obezity bylo do dnešní doby publikováno mnoho studií, o jejich škodlivých dopadech na zdraví člověka

tedy nemůže být pochyb. Lidé s obezitou jsou vystaveni zvýšenému riziku vzniku chronických neinfekčních onemocnění hromadného typu, v jejichž čele jsou zastoupeny především

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest:

Not applicable.

Consent for publication:

Not applicable.

Cit. zkr: Med. Praxi. 2024;21(3):131-133

<https://doi.org/10.36290/med.2024.010>

Článek přijat redakcí: 3. 4. 2024

Článek přijat k tisku: 8. 4. 2024

Mgr. Erika Čermáková

211678@muni.cz

srdečně cévní nemoci (1), diabetes 2. typu (2) a nádorová onemocnění (3). Obezita je podle Světové zdravotnické organizace (World Health Organization – WHO) definována jako nadměrné nebo abnormální zmnožení tukové tkáně v organismu (4). Přestože je obezita obecně spojena s dlouhodobě pozitivní energetickou bilancí (5, 6), v posledních letech se objevily výsledky studií, které se zaměřily na zjišťování souvislosti s nadměrným příjmem sodíku (7). Ačkoliv sodík sám o sobě nemá žádnou energetickou hodnotu, jeho nadměrný příjem může být společně s dalšími faktory pozitivně asociován s výskytem obezity (8, 9).

Sodík a jeho dopady na zdraví při nadměrném příjmu

Sodík je hlavním kationtem v extracelulární tekutině, který zajišťuje dostatečný objem krve a regulaci krevního tlaku (10). Je důležitý pro stimulaci nervových a svalových buněk, podílí se na řízení acidobazické rovnováhy, přispívá k uvolňování trávicích sekretů a kontroluje vstřebávání určitých živin (11). Podle WHO je doporučený denní příjem soli do 5 g/den (tj. příjem sodíku < 2 g/den) u dospělé populace (12). Spotřeba soli je u dospělého člověka ve většině evropských zemích odhadována kolem 8–12 g/den. V České republice byl v letech 2003–2004 zjištěný průměrný příjem soli 16,6 g u mužů a 10,5 g u žen (13).

Nadměrná spotřeba sodíku ve stravě je však spojena se vznikem arteriální hypertenze, která hraje významnou roli při vzniku kardiovaskulárních onemocnění (14). Dále byla popsána souvislost diet s vysokým obsahem sodíku s osteoporózou (15, 16) a chronickým onemocněním ledvin (17). Kromě toho byla v několika studiích, kde se snažili objasnit příčinu výskytu obezity při současné konzumaci nadměrně slaných pokrmů, prokázána také souvislost obezity s nadměrným příjmem sodíku (7, 8).

Vysoká energetická denzita slaných potravin a jejich zvýšená konzumace

Základní příčinou souvislosti obezity s nadměrným příjmem sodíku může být obvykle vysoká energetická hodnota slaných

potravin, jako jsou některé druhy sýrů, uzeniny, konzervované potraviny i slané pochutiny. Experimentálně bylo potvrzeno, že při časté expozici slaným potravinám dochází k posunu chuťových preferencí směrem k pokrmům se zvýšeným obsahem soli (18), což může při současné vysoké energetické hodnotě těchto potravin vést k postupnému nárůstu tělesné hmotnosti.

Konzumace vysoce průmyslově zpracovaných potravin

Bylo zjištěno, že konzumace vysoce průmyslově zpracovaných potravin (tzv. ultra-processed foods – UPF) je spojena s vyšší energetickou spotřebou ve srovnání se stravou z minimálně upravených potravin (19). Ultrapracované potraviny mají typicky kromě vysoké energetické denzity a vysokého množství cukru a tuku také vysoký obsah soli (20). Ve studii Hall et al. (19) byl proto kromě zvýšeného příjmu energie (508 ± 106 kcal/d; $p = 0,0001$) pozorován také významně zvýšený příjem sodíku při stravování *ad libitum* u skupin participantů s ultrapracovanými potravinami ve srovnání s dietou z minimálně upravených potravin ($5,8 \pm 0,2$ g/d vs. $4,6 \pm 0,2$ g/d; $p < 0,0001$). Naopak bílkovin bylo zkonsumováno podobné množství u obou skupin participantů (14 % versus 15,6 % kalorií), což je částečně vysvětleno tzv. protein leverage hypotézou (19). Podle této hypotézy člověk přestane jíst, pakliže jsou uspokojeny jeho nutriční potřeby bílkovin bez ohledu na celkový obsah energie ve stravě (21). Protein leverage hypotéza předpokládá, že za současným nárůstem výskytu obezity stojí nízké množství bílkovin v ultrapracovaných potravinách, což má za následek jejich nadměrnou spotřebu, a tím i zvýšení příjmu energie a sodíku (22).

Vznik závislosti na slaných pokrmech

Výrazně solené pokrmy působí v mozku jako mírný opiátový agonista a vytváří tak hedonickou reakci, která je vnímána jako chutná a lahodná. Projevy jako bažení či toužení po výrazně slaném jídle mohou být projevem abstinčních příznaků opiátů a dopaminu. Slané jídlo tak podněcuje chuť k jídlu a zvý-

šený příjem energie (23). Hedonické pocity při konzumaci určitých potravin potlačují přirozené biologické mechanismy pocitu sytosti a mohou u některých jedinců vyvolat neuroadaptivní reakce v mozku podobně, jako je tomu u užívání drog (24).

Prevalence závislosti na určitých potravinách byla studována také u dětí ve věku 9–11 let, které měly nadváhu (BMI/věk ≥ 1 Z skóre). U 95 % ze studovaných dětí byl zjištěn alespoň jeden ze sedmi příznaků závislosti na jídle a u 24 % z nich byla zjištěna závislost na jídle, která byla diagnostikována pomocí Yale Food Addiction Scale for Children (25).

Potenciálně zvýšená konzumace slazených nápojů po konzumaci slaných potravin

Dalším objasněním výskytu obezity u osob s nadměrným příjmem sodíku by mohla být zvýšená konzumace nealkoholických nápojů, která následuje po konzumaci nadměrně slaných pokrmů. Bylo zjištěno, že snížením množství sodíku ve stravě na jeho optimum se sníží také spotřeba nápojů o 350 ml za den (26). Pokud by tyto potřeby byly pokryty nealkoholickými nápoji slazenými cukrem, mohlo by snížením množství sodíku dojít k současnému snížení množství přijaté energie. Pozitivní asociace zvýšeného příjmu nápojů slazených cukrem a příjmu soli byla potvrzena ve studii u dětí ($n = 2\,571$; $p < 0,001$) (27). Navíc zde byla potvrzena také souvislost konzumace nápojů slazených cukrem a výskytu obezity. Participant, kteří konzumovali více než 250 g slazených nápojů denně, měli o 26 % vyšší pravděpodobnost výskytu nadváhy nebo obezity (27).

Souvislost vysokého příjmu sodíku a obezity nezávisle na energetickém příjmu

Kromě výše uvedených možných příčin byla v několika studiích zjištěna také souvislost vysokého příjmu sodíku a obezity nezávisle na energetickém příjmu (7–9). Ve studii, která měřila příjem soli u švédské populace, byla zjištěna korelace s BMI, ale nebyl zjištěn rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším kvantilem vylučování sodíku a energetickým příjmem (28). Mechanismus příčiny souvislosti obezity a vysokého příjmu sodíku nezávisle na energetickém příjmu však nebyl dosud objasněn.

Tab. 1. Možné příčiny souvislosti výskytu obezity a nadměrného příjmu sodíku

Možné důvody asociace nadměrného příjmu sodíku s výskytem obezity	Objasnění příčiny
Vysoká energetická denzita potravin s vysokým obsahem sodíku	↑ příjem energie
Konzumace ultrazpracovaných potravin s nízkým množstvím bílkovin a vysokou energetickou denzitou	↑ příjem energie
Závislost na konzumaci slaných potravin	↑ příjem energie
Potenciálně zvýšený příjem slazených nápojů	↑ příjem energie
Asociace vysokého příjmu sodíku a obezity nezávislá na energetickém příjmu	? leptinová rezistence, nezdravý životní styl

Diskutuje se o vlivu stimulace endogenní produkce fruktózy u diet s vysokým obsahem soli, která postoupí v leptinovou rezistenci (29). Dalším možným vlivem by mohl být celkově nezdravý životní styl zahrnující například kouření, příjem alkoholu a nízkou fyzickou aktivitu u osob konzumujících nadměrné množství sodíku ve stravě. Tato potenciální příčina však nebyla ve studii diskutující tento nepřímý vliv životního stylu prokázána (7).

Možnosti ovlivnění chuťové preference snížené intenzity slané chuti

Ve čtyřměsíční studii bylo zjištěno, že při postupném snižování soli ve stravě se upraví vnímání citlivosti na chuť soli, což se následně projeví ve zvýšení vnímání chuti stravy s nízkým obsahem sodíku (30). V souladu s tímto

zjištěním byla v jiné studii trvající 4 týdny preferovaná koncentrace soli zvýšená u skupiny participantů, kteří si v rámci experimentu přidávali krystalickou sůl do jídla (18). Pro změnu vnímání citlivosti na chuť soli je proto potřeba postupně ubírat sůl ve stravě, než dojde k úpravě preferované intenzity slané chuti.

Praktická doporučení pro snížení množství sodíku ve stravě

- Omezit konzumaci velmi slaných potravin, jako jsou uzeniny či některé druhy velmi slaných sýrů.
- Omezit konzumaci konzervovaných a nakládaných potravin.
- Omezit konzumaci ultrazpracovaných potravin a stravování ve fastfoodech.

- Omezit používání soli během vaření, namísto soli pro dochucení použít bylinky, jednodruhová koření, česnek.
- Hotový pokrm na talíři nepřisolovat.
- Omezit příjem minerálních vod s vysokým obsahem sodíku.

Závěr

Tento přehled poukázal na vztah mezi nadměrným příjmem sodíku a výskytem obezity. Přestože sodík nemá žádnou energetickou hodnotu, bylo popsáno několik potenciálních mechanismů, které mohou objasnit příčiny tohoto vztahu (viz Tab. 1). Kromě přímého vlivu na energetický příjem byl zjištěn také nepřímý vliv, který je nezávislý na celkovém energetickém příjmu. Mechanismus účinku nezávislý na energetickém příjmu však ještě není dostatečně prozkoumán a je potřeba dalšího výzkumu v této oblasti. Tento přehled rozšiřuje pohled na etiologické faktory obezity a ukazuje na potenciál snížení množství sodíku při prevenci a léčbě obezity.

*Podpořeno projektem specifického výzkumu (Masarykova univerzita):
MUNI/A/1623/2023.*

LITERATURA

- Dwivedi AK, Dubey P, Cistola DP, et al. Association Between Obesity and Cardiovascular Outcomes: Updated Evidence from Meta-analysis Studies. *Curr Cardiol Rep.* 2020;12(22(4):25.
- Resnick HE, Valsania P, Halter JB, et al. Relation of weight gain and weight loss on subsequent diabetes risk in overweight adults. *J Epidemiol Community Health.* 2000;54(8):596-602.
- Bianchini F, Kaaks R, Vainio H. Overweight, obesity, and cancer risk. *The Lancet Oncology.* 2002;1(3(9):565-74.
- Obesity and overweight [Internet]. [cited 2022 Sep 23]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Safaei M, Sundarajan EA, Driss M, et al. A systematic literature review on obesity: Understanding the causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. *Computers in Biology and Medicine.* 2021;136:104754.
- Camacho S, Ruppel A. Is the calorie concept a real solution to the obesity epidemic? *Global Health Action.* 2017;1(10(1):1289650.
- Yoon YS, Oh SW. Sodium density and obesity; the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007–2010. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(2):141-6.
- Zhang X, Wang J, Li J, et al. A positive association between dietary sodium intake and obesity and central obesity: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2006. *Nutrition Research.* 2018;1(55:33-44.
- Zhao L, Ogden CL, Yang Q, et al. Association of Usual Sodium Intake with Obesity Among US Children and Adolescents, NHANES 2009–2016. *Obesity.* 2021;29(3):587-94.
- Patel Y, Joseph J. Sodium Intake and Heart Failure. *Int J Mol Sci.* 2020;13(21(24):9474.
- Veniamakis E, Kaplanis G, Voulgaris P, et al. Effects of Sodium Intake on Health and Performance in Endurance and Ultra-Endu-

- rance Sports. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(9(6):3651.
- Guideline: Sodium Intake for Adults and Children [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2012 [cited 2024 Feb 22]. (WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK133309/>.
- European Commission. Survey on Member States' implementation of the EU salt reduction framework [Internet]. Publications Office of the European Union; 2013 [cited 2024 Mar 20]. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2772/50212>.
- He FJ, Li J, MacGregor GA. Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ.* 2013;4(346:f1325.
- Bedford JL, Barr SI. Higher Urinary Sodium, a Proxy for Intake, Is Associated with Increased Calcium Excretion and Lower Hip Bone Density in Healthy Young Women with Lower Calcium Intakes. *Nutrients.* 2011;10(3(11):951-61.
- Kim SW, Jeon JH, Choi YK, et al. Association of urinary sodium/creatinine ratio with bone mineral density in postmenopausal women: KNHANES 2008–2011. *Endocrine.* 2015;49(3):791-9.
- Suzuki H, Takenaka T, Kanno Y, et al. Sodium and kidney disease. *Contrib Nephrol.* 2007;155:90-101.
- Bertino M, Beauchamp GK, Engelman K. Increasing dietary salt alters salt taste preference. *Physiology & Behavior.* 1986;1(38(2):203-13.
- Hall KD, Ayuketah A, Brychta R, et al. Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab.* 2019;2(30(1):67-77.e3.
- Poti JM, Mendez MA, Ng SW, et al. Is the degree of food processing and convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households? *Am J Clin Nutr.*

- 2015;101(6):1251-62.
- Raubenheimer D, Simpson SJ. Protein appetite as an integrator in the obesity system: the protein leverage hypothesis. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 378(1888):20220212.
- Martínez Steele E, Raubenheimer D, Simpson SJ, et al. Ultra-processed foods, protein leverage and energy intake in the USA. *Public Health Nutr.* 2018;21(1):14-24.
- Cocores JA, Gold MS. The Salted Food Addiction Hypothesis may explain overeating and the obesity epidemic. *Medical Hypotheses.* 2009;1(73(6):892-9.
- Kenny PJ. Common cellular and molecular mechanisms in obesity and drug addiction. *Nat Rev Neurosci.* 2011;12(11):638-51.
- Filgueiras AR, Pires de Almeida VB, Koch Nogueira PC, et al. Exploring the consumption of ultra-processed foods and its association with food addiction in overweight children. *Appetite.* 2019;135:137-45.
- He FJ, Markandu ND, Sagnella GA, et al. Effect of Salt Intake on Renal Excretion of Water in Humans. *Hypertension.* 2001;38(3):317-20.
- Grimes CA, Riddell LJ, Campbell KJ, et al. Dietary Salt Intake, Sugar-Sweetened Beverage Consumption, and Obesity Risk. *Pediatrics.* 2013;1(131(1):14-21.
- Hulthén L, Aurell M, Klingberg S, et al. Salt intake in young Swedish men. *Public Health Nutrition.* 2010;13(5):601-5.
- Lanaspa MA, Kuwabara M, Andres-Hernando A, et al. High salt intake causes leptin resistance and obesity in mice by stimulating endogenous fructose production and metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2018;20(115(12):3138-43.
- Riis NL, Bjoernsbo KS, Toft U, et al. Impact of salt reduction interventions on salt taste sensitivity and liking, a cluster randomized controlled trial. *Food Quality and Preference.* 2021;1(87:104059.