

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Obor: Biologie



Gabriela Suchanová

Možnosti a limity auxologických studií minulých populací

Possibilities and limits of auxological studies in past populations

Bakalářská práce

Školitel: RNDr. Jana Velemínská, Ph.D.

Praha, 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 5. 5. 2015

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala své školitelce RNDr. Janě Velemínské, Ph.D. za její vstřícnost, trpělivost a za čas, který mě a mé práci věnovala.

Abstrakt

Růstové studie v oblasti bioarcheologie poskytují cenné informace o zdravotním stavu dětí v minulých populacích. Ukazují, jaký vliv může mít expozice různým faktorům vnějšího prostředí, nespecifickému stresu nebo onemocnění během růstu. Pro nedospělé jedince, kteří přežijí až do dospělosti, stres vyplývající ze zpomalení růstu bude mít vliv na funkci a celkový zdravotní stav celé této populace. Přes všechny dosažené výsledky v tomto oboru, růstové studie představují řadu problémů. Je zapotřebí mít na mysli, že se porovnávají moderní růstové standardy současné populace s archeologickými vzorky dětí, které zemřely z neznámých důvodů, navíc je zapotřebí zohlednit sekulární trend současné populace. Otázka je, zda růst dětí, které předčasně zemřely, přesně odráží růst těch, které se dočkaly dosažení dospělosti. Důležitý je samozřejmě přesný odhad věku studovaných nedospělých koster. Abychom minimalizovali chyby spojené s paleoauxologickými studii v bioarcheologii, je zapotřebí srovnávat pokud možno vzorky příbuzných populací a za použití stejných technik odhadu věku dožití, vzít v úvahu migrace a podobně.

Klíčová slova: ontogenetický růst a vývoj jedince, odhad věku dožití, kosterní věk, zubní věk, chronologický věk, projevy nespecifického stresu (flukтуаční asymetrie, hypoplazie zubní skloviny, Harrisovy linie), sekulární trend

Abstract

Auxological studies in bioarcheology provide valuable information about the health of children in past populations. They show the influence of various environmental factors, non-specific stress or illness during growth. The stress following the growth retardation of subadults who survive until adulthood will influence the function and general health of the entire population. Despite all the achieved results in this field, auxological studies comprise of many problems. It is necessary to remember that the archaeological samples of children who died of unknown reasons are compared with modern growth standards, also the secular trend of recent population needs to be allowed for. The question is whereas the growth of children who died prematurely represents accurately the growth of those who survived until adulthood. Of importance is a precise estimation of age of subadult skeletons. To minimize faults associated to paleoauxological studies in bioarchaeology, it is necessary to compare the samples of related populations where possible, use the same techniques of age-at-death estimation, take account of migrations and so on.

Key words: ontogenetical growth and development of an individual, estimation of age-at-death, skeletal age, dental age, chronological age, non-specific stress indicators (fluctuating asymmetry, dental enamel hypoplasia, Harris lines), secular trend

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. DĚTI V ARCHEOLOGICKÉM KONTEXTU	8
2.1. Nedostatek koster nedospělých jedinců.....	8
2.2. Odhad věku podle kosterních pozůstatků nedospělých jedinců	8
2.2.1. <i>Biologický vs. chronologický věk</i>	9
2.2.2. <i>Odhad dentálního věku</i>	10
2.2.3. <i>Odhad kosterního věku</i>	12
3. RŮST DÍTĚTE.....	12
4. RŮST V MINULOSTI.....	15
4.1. Hodnocení tělesných parametrů podle kosterních pozůstatků.....	16
4.2. Sekulární trend	17
5. VLIV ENVIRONMENTÁLNÍCH FAKTORŮ NA RŮST JEDINCE	19
5.1. Výživa a zdravotní stav	20
5.1.1. <i>Indikátory nespecifického stresu</i>	21
5.2. Klimatické vlivy	25
5.3. Urbanizace.....	27
5.4. Socioekonomický status	28
6. ZÁVĚR.....	30
7. POUŽITÁ LITERATURA	31

1. ÚVOD

Kosterní pozůstatky nedospělých jedinců v archeologických nálezech jsou jedním z primárních zdrojů informací o životě minulých populací. Studium růstu a vývoje dětí poskytuje důležité poznatky o zdravotním a výživovém stavu zkoumané populace.

Otázkou je, zda kosterní nálezy opravdu reprezentují celou populaci a zda se nejedná o tzv. osteologický paradox (Wood et al., 1992). Kosterní nálezy poskytují informace pouze o těch, kteří nepřežili a zemřeli předčasně, ale nelze podle nich určit, kolik jedinců bylo danému stresu vystaveno a přežilo. Je také možné, že nálezy na kostrách, například různé indikátory nespecifického stresu, svědčí spíše o schopnosti jedince vzdorovat nepříznivým podmínkám minimálně tak dlouho, dokud stres neovlivní modelaci kosti. Naopak ti, kteří byli stejnému stresu vystavení a nepřežili, nemusí mít na kostrách žádné patologické změny a mohou se tak jevit zdravější.

Studium nedospělých jedinců minulých populací je založeno na znalostech růstu současných dětí, se kterými se porovnává. Důležitý je proto co nejpřesnější odhad věku dožití studovaných koster. V průběhu 20. století se začal výrazně projevovat sekulární trend zejména ve výšce, který je zapotřebí brát v úvahu při porovnávání růstu a vývoje minulých a současných dětí.

Veliký vliv na růst a vývoj jedince mají environmentální faktory, jako je například vystavení nemocem, socioekonomický status nebo výživa. Je-li jedinec vystaven negativním vlivům okolí, může to významně ovlivnit jeho růst, případně i finální výšku v dospělosti.

Tato práce představí problémy spojené s růstovými studii minulých populací, jako je nedostatek studijního materiálu, možnosti odhadu věku dožití nebo vliv sekulárního trendu. Dále stručně popíše ontogenetický růst a vývoj jedince a v poslední části se zaměří na vliv environmentálních faktorů. Cílem této práce je popsat a shrnout možnosti a limity, které je třeba brát v úvahu při studiu růstu minulých populací.

2. DĚTI V ARCHEOLOGICKÉM KONTEXTU

2.1. Nedostatek koster nedospělých jedinců

Auxologické studie minulých populací jsou založené na zkoumání koster nedospělých jedinců z archeologických nálezů a jejich porovnávání se současnou populací. Z údajů získaných na pozůstatcích dětských koster se dá zjistit mnohé o minulých populacích, zejména o jejich zdravotním stavu, kvalitě výživy a životním prostředí. Kosterního materiálu, pomocí kterého mohou být studie prováděny, je ale v archeologických nálezech spíše nedostatek. Dětské kosti jsou malé a křehké a hůře se dochovávají. Dalšími možnými příčinami jejich nedostatku mohou být jiné metody pohřbívání nebo úplné oddělení dětských pohřebních míst od dospělých, případně špatné metody exkavace, kdy jsou poškozeny nebo přehlédnuty i dobře zachovalé kosti (Bello et al., 2006; Lewis, 2007). Nejméně zastoupeny jsou kosterní pozůstatky nejmladších dětí od narození do 5 let. S přibývajícím věkem stoupá zachovalost a zastoupení koster (Bello et al., 2006).

Bioarcheologické studie dětí limituje také nedostatek reprezentativních identifikovaných souborů koster, u kterých jsou známa data narození a úmrtí, pohlaví, a někdy také příčiny úmrtí. Na základě těchto informací se vypracovávají metody, podle kterých by se dal v praxi lépe a přesněji odhadnout věk a určit pohlaví na neznámých kostrách. Kromě malého počtu reprezentativních kolekcí je problémem i jejich zpravidla malá velikost a často převládající některá z věkových kategorií dětí (Alemán et al., 2012).

2.2. Odhad věku podle kosterních pozůstatků nedospělých jedinců

Při zkoumání kosterních pozůstatků jsou základní dva paleodemografické ukazatele – určení pohlaví a odhad věku. Určování pohlaví podle znaků na kostře je u dospělých jedinců velmi přesné. Nejvíce pohlavně dimorfní oblastí na kostře je pánev, popřípadě lebka (Đurić et al., 2005). Za nejspolehlivější metodu je považované určování pohlaví podle pánve, úspěšnost je přibližně 95% (Murail et al., 1999; Brůžek, 2002; Decker et al., 2011). U dětí je určení pohlaví podle kostry obtížnější a úspěšnost klesá s věkem dítěte. Pohlavní dimorfismus je pozorovatelný na pánvi (Cardoso a Saunders, 2008) i lebce (Molleson et al., 1998) dětí v každé věkové kategorii, nicméně výraznější rozdíly mezi ženským a mužským pohlavím se začínají objevovat až v pubertě (Lewis, 2007). Žádná z dosud vypracovaných metod určování

pohlaví u dětských koster není natolik spolehlivá, aby se mohla začít běžně používat. Úspěšnosti v určování se výrazně liší mezi vědci, kteří odhad provádí (Cardoso a Saunders; 2008). Rozdíly mohou být způsobené tím, že objevený a v metodě následně využitý pohlavní dimorfismus jednoho populačního vzorku může být výrazný pouze u skupiny, na základě které je daná metoda odvozena. Tyto klasifikátory pohlavní příslušnosti pak nemusí být vhodné pro určování pohlaví u všech dětských koster (Vlak et al., 2008). Do budoucna je třeba pokračovat s upřesňováním metod a jejich testováním na co největším počtu známých kosterních souborů (Cardoso a Saunders; 2008). Velmi přesnou metodou pro určování pohlaví neúplných nebo nedospělých koster je analýza DNA, kterou je možné získat z kostí (Stone et al., 1996). Ne vždy je ale možné z kosterních nálezů izolovat dostatečné množství DNA, u které postupem času může docházet k poškození, fragmentaci a degradaci (Quincey et al., 2013). Kromě toho není vyloučena kontaminace vzorků cizí DNA, například při manipulaci s ostatky (Götherström et al., 1997). Analýza DNA může přispět k určování pohlaví nedospělých jedinců, nicméně pro běžné využití je zatím příliš drahá a oproti standardním osteologickým metodám mnohem pomalejší (Molleson et al., 1998).

Určování pohlaví na nedospělých kostrách je stále problematické, přestože se tím zabývalo a zabývá mnoho studií (například Hunt a Gleiser, 1955; Molleson et al., 1998; Cardoso a Saunders, 2008; Wilson et al., 2008). Oproti tomu bývá odhad věku na kostrách nedospělých jedinců považován za přesnější, protože mají nedokončený růst a vývoj. Odhad věku úmrtí se provádí na základě srovnání stavu nalezených kostí a zubů se současnou populací. Standardy dnes používané jsou vypracované podle ekonomicky vyspělejších populací, především evropských a severoamerických. Odhad věku proto mohou komplikovat rozdíly mezi populacemi, navíc se v každé populaci vyskytuje variabilita mezi dětmi stejného věku a výrazný je i vliv environmentálních faktorů (Lampl a Johnston, 1996). Věk se odhaduje u nejmenších dětí v několikaměsíčních intervalech, u starších dětí v ročních intervalech.

2.2.1. Biologický vs. chronologický věk

Na kosterních pozůstatcích se vždy odhaduje biologický věk, tedy stupeň vyzrálosti jednotlivých tělních tkání jedince (Demirjian et al., 1973). Chronologický věk, tj. skutečný kalendářní věk člověka daný počtem dožitých let od narození na kostře nelze určit (Malina et al., 2007). Biologický věk může být vlivem životních podmínek, výživy a chorob vůči

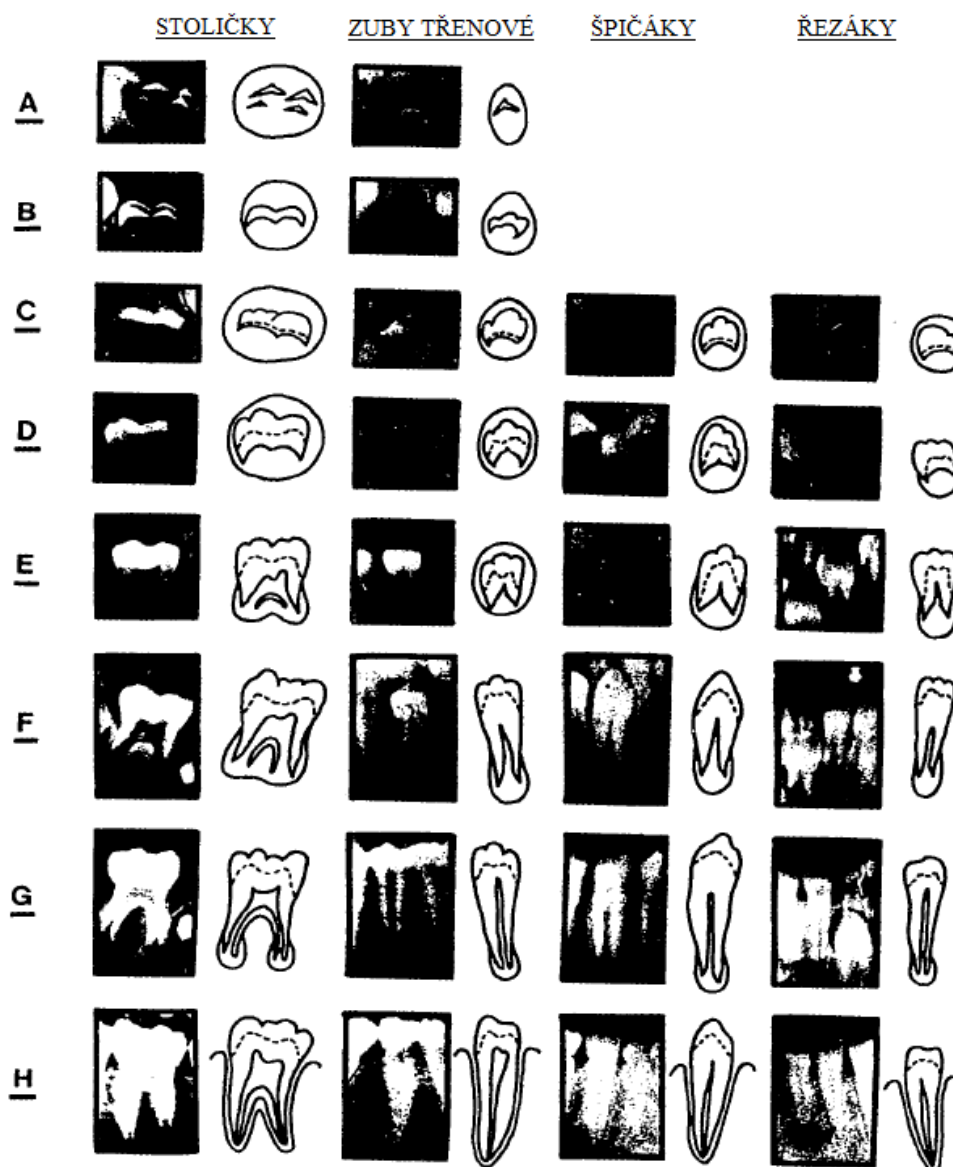
chronologickému věku zpomalen nebo urychlen. Na kosterních pozůstatcích se tedy mohou pouze hledat parametry biologického věku, které se kalendářnímu věku nejvíce blíží a nejvíce s ním korelují. Odhady věku v bioarcheologii jsou především dentální a kosterní (Lampl a Johnston, 1996). Dentální věk je pokládán za přesnější, protože růst a vývoj zubů je méně ovlivněn vlivy vnějšího prostředí než růst a vývoj kostí. Navíc je zubní tkáň nejodolnějším materiálem lidského těla a bývá v nekropolích dobře zachována (Lewis, 2007; Conceição a Cardoso, 2011). Rozdíl mezi kosterním, dentálním a chronologickým věkem může být u jednoho dítěte v extrémních případech i několik let a během růstu se může měnit. Například některé děti ze severoamerické studie (Smith, 2004) vykazovaly kosterní věk vyšší, než byl jejich chronologický věk, ale dentální věk o několik let zaostával. Jiné děti byly zase podle odhadu dentálního věku starší než ve skutečnosti, ale mladší podle odhadu kosterního věku.

2.2.2. Odhad dentálního věku

Růst a vývoj zubů člověka je dlouhodobý proces trvající až do rané dospělosti. Dočasný chrup se zakládá už od 6. týdne embryonálního vývoje a plně se vyvine během prvních tří let života. Trvalý chrup se začíná v čelistech formovat po narození a základy většiny zubů se utvoří do 4 let. Nejpozději se zakládají třetí stoličky, mezi 6. a 12. rokem (Scheuer a Black, 2004). Trvalé zuby se začínají prořezávat v šesti letech a nahrazují zuby dočasného chrupu. Jako první se formuje první stolička, nejpozději se vyvíjejí třetí stoličky (Šešelj, 2013).

Věk se na základě zubů odhaduje nejčastěji podle stupně mineralizace zubů (Demirjian et al., 1973; obr. 1), dále podle míry erupce, popřípadě na základě kombinace obou procesů (Lampl a Johnston, 2008). Mineralizace je stupeň ukládání minerálních solí do nově vytvořené tkáně zubu (Malina et al., 2007). Podle stupně mineralizace se dá odhadovat věk do přibližně 15-ti let, kdy končí vývoj většiny zubů trvalého chrupu (Hoppa, 1992). Jediné zuby, které se po 15. roce ještě vyvíjejí, jsou třetí stoličky, ale jejich růst je velmi variabilní jak mezi jedinci, tak mezi populacemi. Přesnost odhadu je podle nich proto oproti ostatním zubům nižší (Li et al., 2012). Druhou metodou je odhad dentálního věku podle míry erupce. Jedná se o vynořování zubů ze zubních alveolů a následně také z dásní do dutiny ústní (Šešelj, 2013). Využití této metody může být v archeologických nálezech problematické kvůli nepřítomnosti měkkých tkání a častým nálezům samostatných zubů mimo čelisti a slouží spíše k přibližnému odhadu (Irurita et al., 2014). Erupce zubů je navíc více ovlivněna vlivy vnějšího prostředí a je

v populaci variabilnější, proto je spolehlivější a častěji využívaný odhad věku podle stupně mineralizace (Hoppa, 1992; Šešelj, 2013).



Obr. č. 1: Vývojová stádia zubů trvalého chrupu, upraveno podle Demirjiana et al. (1973)

Přestože je vývoj chrupu ovlivněn prostředím méně než vývoj kostí, i zde jsou rozdíly mezi populacemi s rozdílným socioekonomickým statutem a žijícími v jiném životním prostředí (Heuzé a Cardoso, 2008). Jedinci s nižším socioekonomickým statutem mají nižší dentální věk oproti stejně starým jedincům žijícím v lepších životních podmínkách (Conceição a Cardoso, 2011). V posledních několika desetiletích se také projevuje vliv sekulárního trendu, který je způsoben zlepšením životních podmínek a urychluje formaci zubů (Heuzé a Cardoso, 2008).

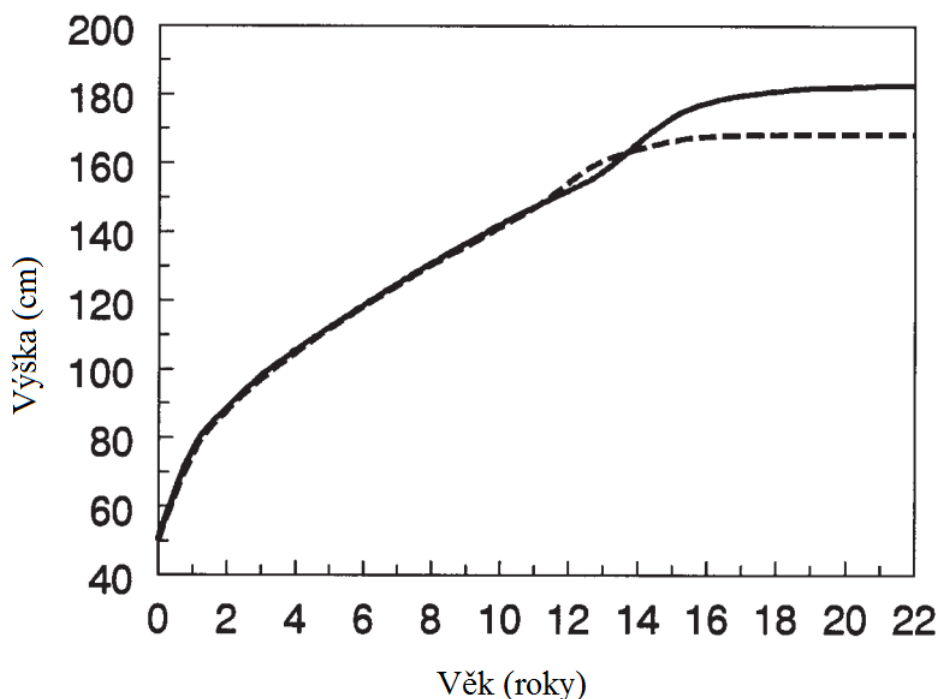
2.2.3. Odhad kosterního věku

Kosterní věk je odhadován na základě osifikace, růstu a vývoje kostry. K odhadu je možné využít délku diafýz dlouhých kostí, objevení se primárních a sekundárních osifikačních center, dále pak fúzi epifýz s diafýzou, neboli dokončení osifikace kosti (Lewis, 2007). Primární osifikační centrum je první místo, kde začíná formace kostní tkáně. Nachází se v diafýzách dlouhých kostí a většinou ve středu krátkých a plochých kostí. Sekundární osifikační centrum je místo osifikace objevující se po vytvoření primárních osifikačních center, u dlouhých kostí je lokalizováno v epifýzách (Cardoso et al., 2014). Odhad věku podle přítomnosti a tvaru osifikačních center ale není možné využít u archeologických nálezů. Kosti mohou být poškozené nebo neúplné, a zejména u malých dětí se častěji zachovávají pouze samotné diafýzy, než kompletní kosti včetně epifýz (Coqueugniot a Weaver, 2007). U dětí se tedy nejčastěji odhaduje věk podle délky diafýz dlouhých kostí, u jedinců po nástupu puberty podle fúze epifýz s diafýzami a dokončení osifikace kostí (Cardoso et al., 2014). Metoda odhadu věku podle délky diafýz je nejpřesnější v prenatalním období. Po narození je růst více ovlivněn vnějšími faktory a začíná se projevovat velká variabilita mezi jedinci (Scheuer a Black, 2004). Po nástupu puberty a pubertálního spurtu se věk odhaduje podle míry osifikace kostí. Nejpozději ze všech kostí na těle člověka dokončuje osifikaci kost klíční, až ve 28 letech (Black a Scheuer, 1996). Řada studií se zabývá odhadem věku podle jednotlivých kostí nebo skupin kostí, například obratlů (Albert, 1998), žeber (Ríos a Cardoso, 2009) kostí nohy (Whitaker et al., 2002), kosti křížové (Cardoso et al., 2014) nebo klíční kosti (Black and Scheuer, 1996).

3. RŮST DÍTĚTE

Paleoauxologické studie vycházejí ze znalostí a zákonitostí růstu současných populací. Růst je základní charakteristikou dětství a dospívání člověka a slouží jako základní ukazatel zdraví dítěte. Je podmíněn genetickým potenciálem, ale výrazně ho ovlivňují vnější faktory, jako je například výživa, socioekonomický status nebo zdravotní stav dítěte (Eleventh a Tanner, 1990). Růst člověka není rovnoměrný, vyskytují se období větší růstové intenzity a období relativního růstového klidu. Nejintenzivnější je růst po narození, který postupně zpomaluje do relativně klidného období dětství a znovu zrychlí v pubertě. Na konci období puberty dochází k dokončení osifikace kostí a zastavení růstu (Lebl a Krásničanová, 1996).

Nejintenzivnější růstové období je od narození do dvou let. Velikost dítěte při narození z velké části závisí na matce (Lebl a Krásničanová, 1996). Délku a hmotnost novorozence ovlivňuje zdravotní a výživový stav matky, nebo třeba příjem škodlivých látek v průběhu těhotenství. Například děti matek, které během těhotenství kouří, jsou při narození menší než děti nekuřáček (Ong et al., 2002). Také výška matky ovlivní velikost dítěte při narození, a má větší vliv na jeho délku než výška otce (Leary et al., 2006). Růstový potenciál dítěte se začíná uplatňovat až od dvou let věku. V prvním roce života se prodlouží tělesná délka dítěte o 50 %, tedy o přibližně 25–30 cm, ve druhém roce o dalších 12 cm, což znázorňuje křivka závislosti výšky dítěte vzhledem k jeho věku (obr. 2). V roce a půl dosáhnou dívky poloviny své finální výšky, chlapci o půl roku později (Lebl a Krásničanová, 1996). Vývoj jednotlivých kostí je při růstu člověka různě rychlý. Některé kosti lebky, jako je například čelní kost, dosáhnou už v jednom roce 80 % dospělé velikosti, oproti tomu dlouhé kosti pouze 30 % (Humphrey, 1998).



Obr. č. 2: Distanční křivka vyjadřující závislost výšky na věku u chlapců (plná čára) a dívek (přerušovaná čára). (Upraveno podle Bogina, 1999)

V dětském období se růstová křivka příliš neliší mezi chlapci a dívkami. Přírůstky klesají na průměrných 5 cm za rok v prepubertálním období (Lebl a Krásničanová, 1996). Výjimkou je mid-growth spurt, který nastává u dítěte mezi 6. až 8. rokem, průměrně pak v 7 letech. Jedná

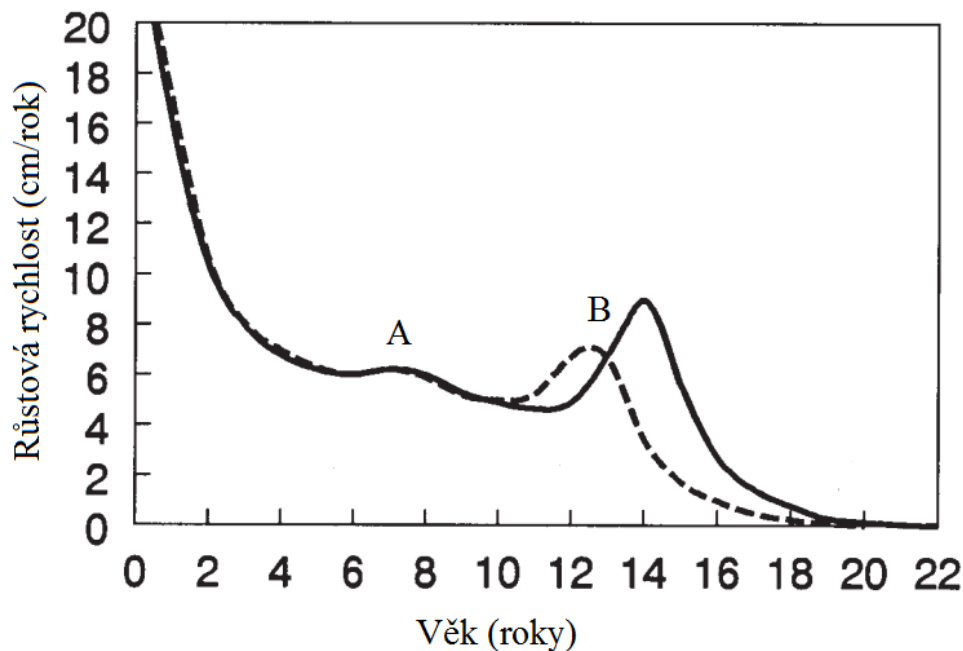
se o přechodné zvýšení růstové rychlosti, které souvisí s adrenarche, tedy zvýšenou sekrecí adrenálních androgenů, i když podle Remera a Manze (2001) nemusí mid-growth spurt primárně vyvolávat. U dívek následuje plynulý přechod do puberty, u chlapců se růst po mid-growth spurtu opět zpomalí na 5 cm za rok, než nastoupí pubertální zrychlení. Nástup a průběh mid-growth spurtu je nicméně velmi variabilní a nemusí být zachycen u všech dětí.

Po klidovém období růstu nastupuje puberta a pubertální růstový spurt. Puberta je období výrazných změn ve fyziologii i psychice dítěte a její průběh se na rozdíl od předchozích období výrazně liší mezi pohlavími. Objevují se sekundární pohlavní znaky, mění se rozložení tukové a svalové tkáně a v neposlední řadě dochází k pubertálnímu růstovému spurtu, na konci kterého dosáhne člověk své finální výšky. U dívek začíná růstové zrychlení průměrně v 10 letech a největších přírůstků dosahují ve 12 letech, chlapci vstupují do puberty ve 12 letech a pubertální růstový vrchol je ve 14 letech (Aksglaede et al., 2008). Přírůstky se pohybují mezi 7–12 cm za rok, u chlapců jsou vyšší (obr. 3). Dívky ukončí růst v průměru v 15 letech, chlapci dosáhnou finální výšky mezi 17. a 18. rokem. Delší doba růstu a vyšší přírůstky během pubertálního spurtu zajistí vyšší finální výšku chlapců (Lebl a Krásničanová, 1996), v České republice v průměru o 13 cm (Vignerová et al., 2006). S věkem se také prohlubuje pohlavní dimorfismus v délce dlouhých kostí přibližně v 16 letech. Rozdíly v průměru dlouhých kostí jsou patrné už od narození. Na rozdíl od růstu dlouhých kostí do délky, růst jejich průměru trvá až do rané dospělosti (Humphrey, 1998).

Nástup pubertálního spurtu je mezi jedinci variabilní a proto může být těžké podle výšky jedince odhadnout jeho věk. Stejně staří jedinci se tak mohou výrazně lišit, protože mají odlišné nástupy puberty. Dívky sice průměrně ukončí růst v 15 letech, ale variabilita se pohybuje mezi 13–18 lety, u chlapců mezi 15,5–20 lety s průměrem v 17–18 letech (Lebl a Krásničanová, 1996).

Výše uvedené údaje jsou platné pro evropské děti, růst se ale liší mezi populacemi. Nejvyšší průměrné finální výšky dosahují Evropané, potom Afro-Američané a nejmenší jsou Asiaté (Eveleth a Tanner, 1990). Pro porovnání korejské děti dosahují růstového vrcholu v průměru o dva roky dříve (dívky v 10 letech a chlapci ve 12 letech), ale přírůstky jsou nižší. Největší průměrný přírůstek je u korejských chlapců 8,6 cm oproti 10,3 cm u evropských chlapců a 7 cm u korejských dívek oproti 9 cm u evropských dívek (Tanner a Whitehouse, 1966). V důsledku toho je i průměrná finální výška menší (dívky 160,5 cm a chlapci 173,5 cm).

Růstové vzorce během puberty a věk, kdy děti ukončí růst a dosáhnou dospělé výšky, jsou ale podobné (Chae, Suh et al., 2013).



Obr. č. 3: Rychlostní křivka znázorňující výškové přírůstky za rok u chlapců (plná čára) a dívek (přerušovaná čára). Bod A označuje mid-growth spurt, bod B označuje pubertální spurt (upraveno podle Bogina, 1999).

4. RŮST V MINULOSTI

Informace získané o růstu a vývoji minulých populací pomocí osteologických analýz jsou důležitou součástí rekonstrukce změn zdravotního a výživového statutu populací (Hoppa, 1992). Auxologické studie jsou obecně dvojího typu – longitudální a průřezové. Longitudální přístup sleduje růst a vývoj konkrétního jedince v daných časových intervalech a sestavuje jeho růstovou křivku. Zachytí tak důležité růstové události, jako je například nástup, intenzita a délka trvání pubertálního růstového spurtu, které jsou mezi jedinci velmi variabilní (Šmahel, 2001). Taková data nejsou ale v historických záznamech k dispozici. Růstové studie minulých populací pracují s omezeným počtem jedinců, u kterých je známý pouze jeden bod jejich vývoje (Humphrey, 1998). Používá se tedy průřezový přístup, kdy jsou porovnávány stejné

věkové kategorie a každé dítě je do studie zahrnuto pouze jednou. Z naměřených údajů se vypočítají průměrné hodnoty, které popisují růstové normy populace, ale nedají se z nich zjistit informace o individuálním růstu jedince (Šmahel, 2001). Růst v minulosti se tedy nedá zrekonstruovat do růstových křivek, ani se nedá zjistit růstová rychlost dítěte v jednotlivých obdobích, ale data se mohou pouze porovnat se současnou populací a podle toho odhadnout průběh růstu (Lewis, 2006).

4.1. Hodnocení tělesných parametrů podle kosterních pozůstatků

Podle kosterních pozůstatků se dá odhadnout výška a hmotnost jedince v době úmrtí a tyto údaje se společně s odhadnutým věkem dožití mohou použít k porovnání tělesné konstituce minulých populací se současnými populacemi. Existují dva hlavní typy metod odhadu výšky – anatomický a matematický. Anatomické metody sčítají naměřené délky a výšky jednotlivých kosterních elementů a poskytují přesnější výsledek nezkreslený variabilitou mezi jedinci i populacemi (Raxter et al., 2006). V archeologických nálezech se ale často kompletní kostry nedochovávají, proto se nemůže výška odhadnout anatomickou metodou, ale musí se vypočítat matematicky podle délky kostí. Nejčastěji se využívají dlouhé kosti dolní končetiny, které přímo souvisí s výškou jedince, navíc se v archeologickém kontextu lépe dochovávají (Auerbach a Ruff, 2010).

U nedospělých jedinců do 12 let věku se výška vypočítává podle délky diafýz, poté podle délky celých kostí včetně epifýz. Odhad je přesnější na základě dlouhých kostí dolní končetiny (Ruff, 2007). To ale může být problematické u dětí vyrůstající v horších životních podmínkách. Většina metod pro odhad výšky dětí byla vypracována na zdravých dětech žijících v ideálních životních podmínkách, většinou v zemích severní Evropy a Severní Ameriky (Cardoso, 2009). Děti vyrůstající pod vlivem negativních faktorů prostředí mají relativně kratší dolní končetiny (Bogin et al., 2002), které více podléhají vlivu vnějších podmínek než horní končetiny. Proto se doporučuje v případech, kdy jsou zkoumáni jedinci vyrůstající v horších životních podmínkách, odhadovat výšku podle dlouhých kostí horních končetin. Metody odhadu výšky u dětí tedy nejsou univerzálně použitelné a musí se při jejich použití přihlížet k socioekonomickému statutu dítěte a odlišné proporcionalitě jedinců různých národností (Cardoso, 2009). Zatím neexistuje příliš spolehlivých metod určujících hmotnost podle kosterních pozůstatků dětí. Pro odhad hmotnosti se u dětí může použít šíře

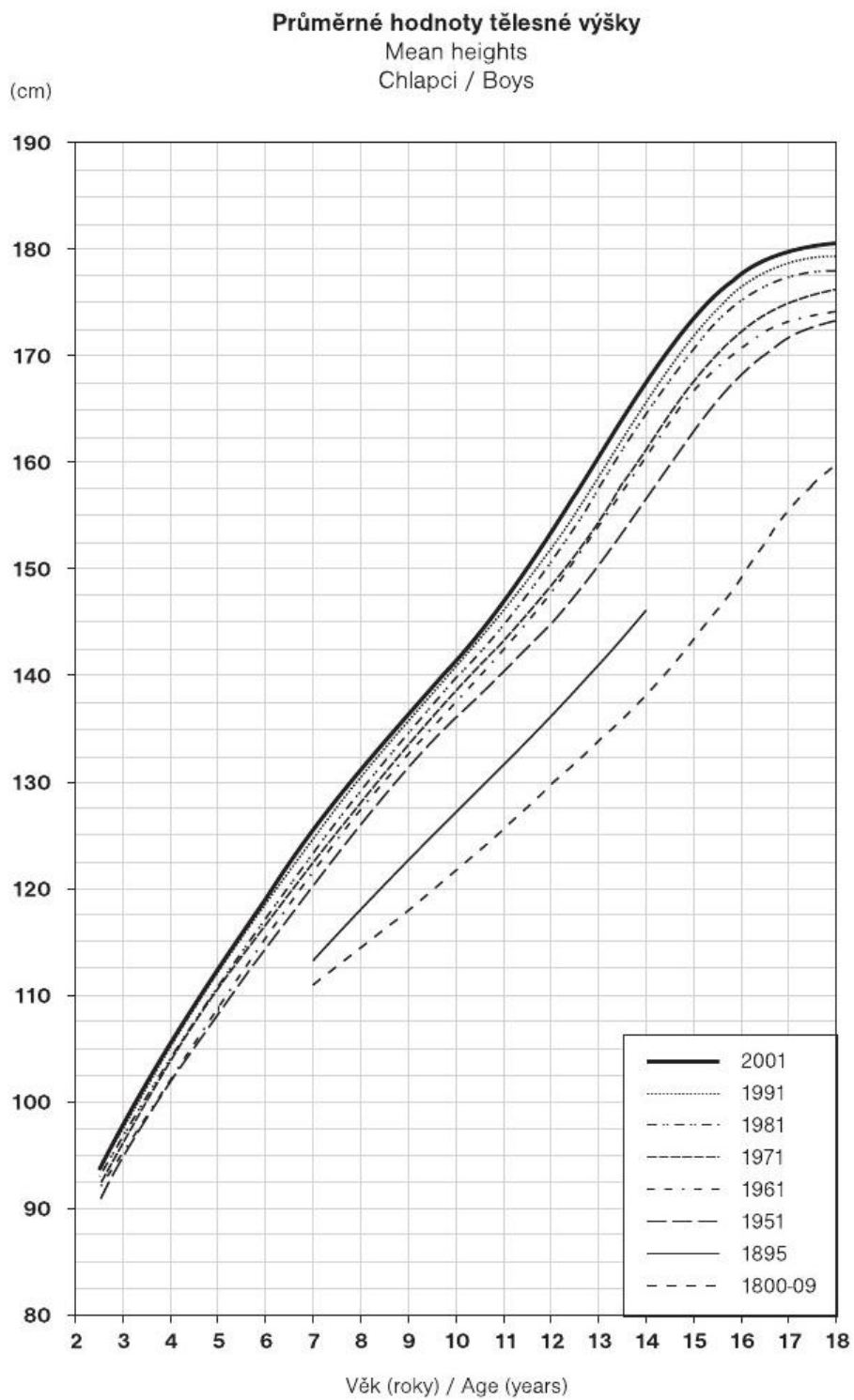
hlavice stehenní kosti, což je nejpřesnější, a šíře její distální metafýzy. V pubertě se pak objevují výrazné intersexuální rozdíly, jako je jiná doba nástupu puberty a růstového spurtu, které různě ovlivňují distribuci měkkých tkání u dívek a chlapců. U jedinců nad 15 let se tak závisle na pohlaví odhaduje hmotnost podle šíře pánve a délky stehenní kosti zároveň, což je vhodnější než odhad podle samotného femuru (Ruff, 2007).

4.2. Sekulární trend

Sekulární trend (z latinského *seculum*, „generace, čas, století“) je výrazný posun či změna určitého parametru za dlouhé období. V antropologii se sledují změny biologických parametrů jedinců v populacích, například finální výška v dospělosti, rychlost růstu nebo věk dívek při nástupu menarche (Malina et al., 2007). Sekulární změna se musí brát v úvahu při hodnocení růstu v minulosti.

Pozitivní sekulární trend, tedy zvyšování hodnot určitého parametru za delší časový úsek, se u výšky a hmotnosti začíná pozorovat od počátku 19. století ve vyspělých zemích po celém světě. Dochází k němu díky lepším environmentálním podmínkám a dostatečné výživě, které umožňují naplnění genetického potenciálu. V posledních několika dekádách se navíc objevují výrazné změny v hmotnosti, které neodpovídají výškovým přírůstkům, způsobené méně aktivním stylem života (Jantz a Jantz, 1999). Od 80. let 20. století dochází ve vyspělých zemích ke zpomalování sekulárního trendu v případě výšky, u které bylo nejspíše dosaženo maxima umožněného genetickým potenciálem. Nevyšší národ na světě, Nizozemci, nejspíše přestal růst úplně. Průměrná finální výška se za posledních 12 let téměř nezměnila, u mužů se ustálila na 184 cm a u žen na 171 cm (Shönbeck et al., 2013). V současné době je nejvýraznější sekulární trend v rámci Evropy pozorovaný v jižanských zemích (Cardoso, 2008). Hmotnost a s ní související body mass index (BMI) se naopak nadále zvyšují a celosvětově přibývá dětí s nadváhou nebo obezitou (Tremblay et al., 2000; Vignerová et al. 2006). V roce 2013 Světová zdravotnická organizace (WHO) odhadla počet dětí mladších pěti let s nadváhou na 42 milionů, z nichž tři čtvrtiny žijí ve vyspělých zemích.

Největší rozdíly mezi výškami byly zaznamenány u obou pohlaví v období puberty, před tím ani po tom nejsou rozdíly tak výrazné. Dnešní jedinci mají v pubertě větší přírůstky a vyšší růstovou rychlost. Zároveň se ale především u dívek výrazně zkrátila doba růstu. Podle australského výzkumu byl průměrný přírůstek 11-ti letých dívek 1,4 cm/dekádu, u 17-ti letých



Obr. č. 4: Sekulární trend u výšky chlapců mezi lety 1800 – 2001, převzato podle Vignerové et al. (2006).

dívek už pouze 0,5 cm/dekádu. Dnešní dívky tedy dosáhnou své finální výšky dříve, ale celkově jsou vyšší právě díky větším přírůstkům (Loesch, 2000). S růstem v pubertě u dívek úzce souvisí věk v době menarche. Největších přírůstků na výšce dívky dosahují rok před nástupem menarche. Věk dívek při první menstruaci se stejně jako počátek a ukončení růstu snižuje. V řadě vyspělých zemí, například v severní Evropě, se věk menarche ustálil na přibližně 13-ti letech (Helm a Grønlund, 2003) nebo se sekulární trend alespoň výrazně zpomalil, jako například v Nizozemí (Talma et al., 2013).

Sekulární trend ve výšce se kromě finální výšky dospělých jedinců odráží i ve změně proporcí. Ovlivněny jsou délky dlouhých kostí, přičemž zřetelnější sekulární změna nastala u kostí dolních končetin než horních a u distálních kostí více než u proximálních. Následkem je to, že vyšší jedinci mají relativně delší dolní a relativně kratší horní končetiny (Jantz a Jantz, 1999).

Podle dat z posledního Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže z roku 2001 došlo i v České republice k výraznému nárůstu průměrné výšky u mužů i u žen (obr. 4). Od roku 1895 průměrná výška 18-ti letých dívek vzrostla o více než 10 cm na současných 167,2 cm a průměrná výška 18-ti letých chlapců vzrostla o 12 cm na 180,1 cm. Největší rozdíl byl naměřen u 15-ti letých chlapců, kteří jsou v průměru o 30 cm vyšší, než stejně staří jedinci naměřeni v roce 1800. U dívek takto staré údaje nejsou k dispozici (Vignerová et al., 2006).

Lidé v minulosti rostli tedy déle a pomaleji, než současná populace. Pubertální spurt a tedy i pohlavní vyspělost nastávaly později a růstové přírůstky byly menší. Finální výška byla u mužů i u žen nižší, než je dnes.

5. VLIV ENVIRONMENTÁLNÍCH FAKTORŮ NA RŮST JEDINCE

Variabilita ve velikosti a tvaru těla je dobře patrná mezi lidmi a populacemi po celém světě a environmentální faktory na tom mají značný podíl. Růst člověka je přibližně z 80% podmíněn genetickými faktory zděděnými po rodičích a zbylých 20 % ovlivňují podmínky vnějšího prostředí (Gunnell et al., 1998). Environmentální faktory mají velký význam zejména ve variabilitě mezi populacemi (Sohn, 2015). V minulosti i v současnosti existují rozdíly mezi dětmi vyrůstajícími v chudých nebo bohatých rodinách, nebo třeba na horách

a v tropech. Největší vliv na růst dítěte má výživa a zdravotní stav, mezi další faktory patří klimatické podmínky, urbanizace a socioekonomický status (Eleveth a Tanner, 1990).

5.1. Výživa a zdravotní stav

Výživa je nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje růst a vývoj dětí (Eleveth a Tanner, 1990). Dostatečná a kvalitní výživa je potřeba pro správný růst jedince a zároveň snižuje riziko infekcí a nemocí, které mohou růst významně zpomalit (Ortner et al., 2001). Největšímu riziku spojenému s nedostatečnou výživou a vlivem infekcí jsou vystavené děti do 5 let a jedinci v době pubertálního spurtu. Malé děti ještě nemají dostatečně vyvinutý imunitní systém a jedinci v době puberty potřebují dostatek živin k typickému růstovému zrychlení (Eleveth a Tanner, 1990).

Důležitý je dostatečný příjem stopových prvků, vitamínů, proteinů a kalorií. Průběh řady infekčních i jiných onemocnění je jejich nedostatkem zhoršen, ale existují i choroby přímo vyvolané špatnou výživou. Jsou to například kurděje způsobené nedostatkem vitamínu C, křivice jako reakce na malé množství vitamínu D nebo anémie z nedostatku železa. Jejich projevy na kostře jsou dobře známé a často přítomné v archeologických nálezech (Ortner et al., 2001). Vysoký počet koster v populaci se známkami těchto nemocí značí špatné životní podmínky. Například populace s vysokou četností kurdějí měly pravděpodobně špatný přístup k ovoci a zelenině (Lewis, 2010). V mnoha rozvojových zemích je problém s podvýživou a nedostatečným přísunem vitamínů a minerálů dodnes. Podvyživené děti jsou náchylnější k infekcím, které jejich růst ještě více zpomalí. V řadě zemí se přistupuje k cílenému dodávání stopových prvků a vitamínů, zejména zinku, železa a vitamínu A. Účinnost dodávání nutričních suplementů je různá, ale vždy v menší či větší míře přispívá ke zlepšení zdravotního stavu a často také růstu dětí z rizikových skupin. Jako nejúčinnější se ukázalo dodávání více stopových prvků a vitamínů najednou co nejmenším dětem po dlouhou dobu (Thu et al., 1999; Rivera et al., 2001; Ramakrishnan et al., 2009).

Růst dítěte může ovlivňovat řada nemocí (Lebl a Krásničanová, 1996). V rozvojových zemích jedny z největších problémů způsobují průjmová onemocnění. Jejich vliv na růst dítěte není sice tak velký jako u závažnějších onemocnění, ale jejich četnost je mnohem vyšší. Veliký dopad na růst dětí mají vážné choroby, jako je například malárie. Nakažené děti rostou výrazně pomaleji, než zdravé děti i ty trpící průjmy (Lee et al., 2012). Další významnou

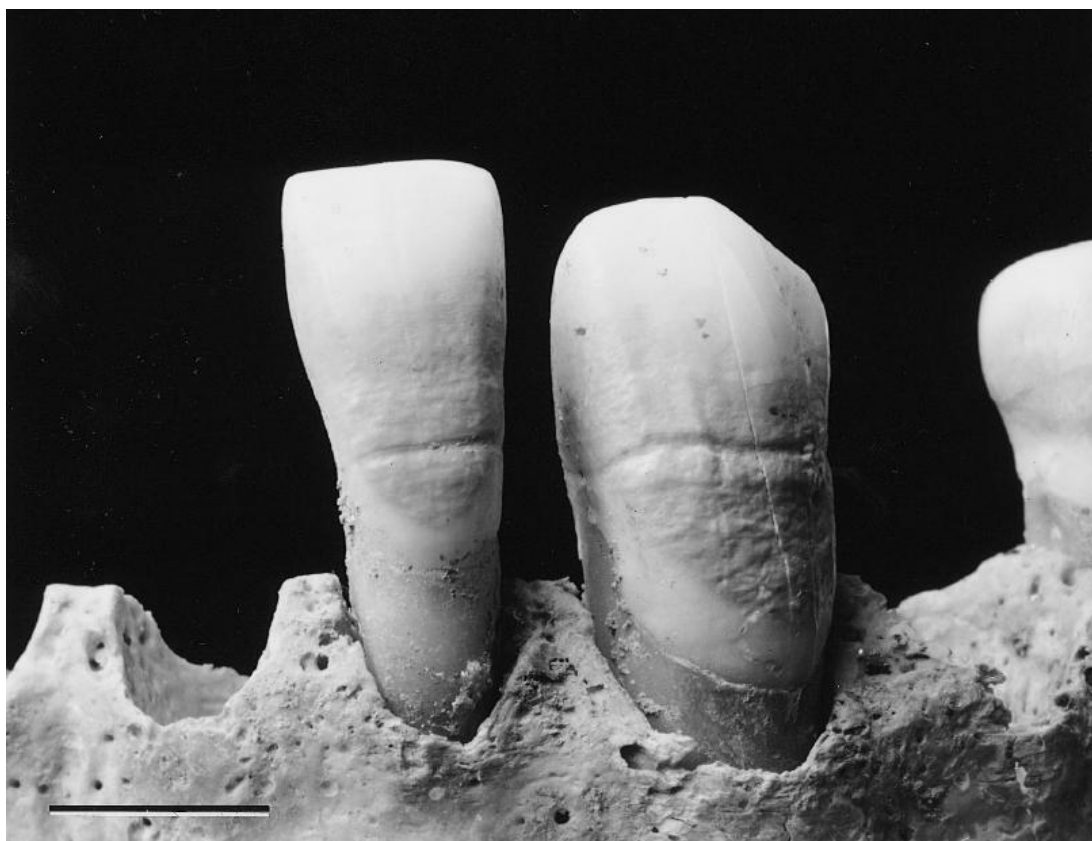
nemocí, zejména v subsaharské Africe, je nakažení virem HIV. Nemocné děti mají od narození menší hmotnost než zdravé děti nemocných i nenakažených matek, a rozdíl ve výšce se u nich začnou projevovat od 3 měsíců věku. Zdravé děti narozené nemocným matkám se sice narodily lehčí, než děti nenakažených matek, ale brzy rozdíl vyrovnaly (Bailey et al., 1999). Ve vyspělých zemích je málokdy ovlivněna finální výška jedince. I když se růst dítěte vlivem nemoci zpomalí, po skončení nepříznivých podmínek díky dostatečné zdravotní péči a výživě dožene ztráty a doroste do předpokládané výšky (Lebl a Krásničanová, 1996). Existují ale i výjimky, jako například mentální anorexie, nemoc charakteristická výrazným snížením příjmu potravy a následnou ztrátou hmotnosti. Chlapci (Modan-Moses et al., 2003) i dívky (Modan-Moses et al., 2012) sice po ukončení léčby díky catch-up růstu (neboli nadprůměrnému růstovému zrychlení po období růstového zpomalení) ještě vyrostou, ale ve většině případů nedosáhnou své předpokládané finální výšky. Velikost ztráty ovlivňuje věk v době nemoci. Starší jedinci budou vyšší, protože se předpokládá, že stihli více vyrůst před začátkem anorexie.

Ostatní environmentální faktory ovlivňující růst také často souvisí s výživou, ať už se jedná o vliv urbanizace, klimatu nebo socioekonomického statutu. V mnoha případech se nedá přesně určit převažující význam konkrétního faktoru. Například 76 % dětí mezi 6 měsíci a 12 lety, které zemřely ve městě Kilkenny během velkého irského hladomoru v polovině 19. století, bylo na svůj věk příliš malých. Největší význam se přičítá nedostatečné výživě, ale roli mohla hrát také urbanizace, nízký socioekonomický status a v neposlední řadě i psychický stres (Geber, 2014).

5.1.1. Indikátory nespecifického stresu

Indikátory nespecifického stresu jsou různé patologické projevy na kostře a zubech. Mohou být způsobené mnoha příčinami, od nedostatečné výživy po různé nemoci a nespecifické infekce a jejich přesný původ je těžko určitelný. Jejich přítomnost a četnost na kosterních pozůstatcích se využívá v bioarcheologii ke zjišťování informací o zdravotním stavu a životních podmínkách minulých populací (Ribot a Roberts, 1996).

Jedním z indikátorů nespecifického stresu je **hypoplazie zubní skloviny**, která se projevuje jako nedostatečná vrstva skloviny na vnějším povrchu korunek zubů. Ztenčená vrstva skloviny je na zubech vidět jako horizontální linie (obr. 5) nebo jamka (Ribot a Roberts, 1996). Jedná se o trvalé poškození vzniklé během růstu zubů a odráží zejména zdravotní stav jedince v období dětství (Geber, 2014). Na dočasných zubech, jejichž vývoj začíná v prenatálním období a je tak silně ovlivněn zdravotním stavem matky, se hypoplazie skloviny objevuje méně často, většinou jako jednotlivé jamky (Griffin a Donlon, 2009). Výraznější narušení zubní skloviny dočasných zubů tak naznačuje stres během nitroděložního vývoje (Lewis, 2002). Na trvalých zubech se objevují linie i vícečetné jamky ve stejné míře u dětí i dospělých. Vzhledem k výskytu jednotlivých jamek na dočasných zubech je možné, že vznikají vlivem působení krátkodobých zátěží, zatímco linie a vícečetné jamky mohou být způsobené dlouhodobou zátěží, jako je chronická nemoc nebo podvýživa (Griffin a Donlon, 2009).



Obr. č. 5: Linie hypoplazie zubní skloviny na trvalých zubech (měřítko 6 mm, převzato z Mayse, 1995).

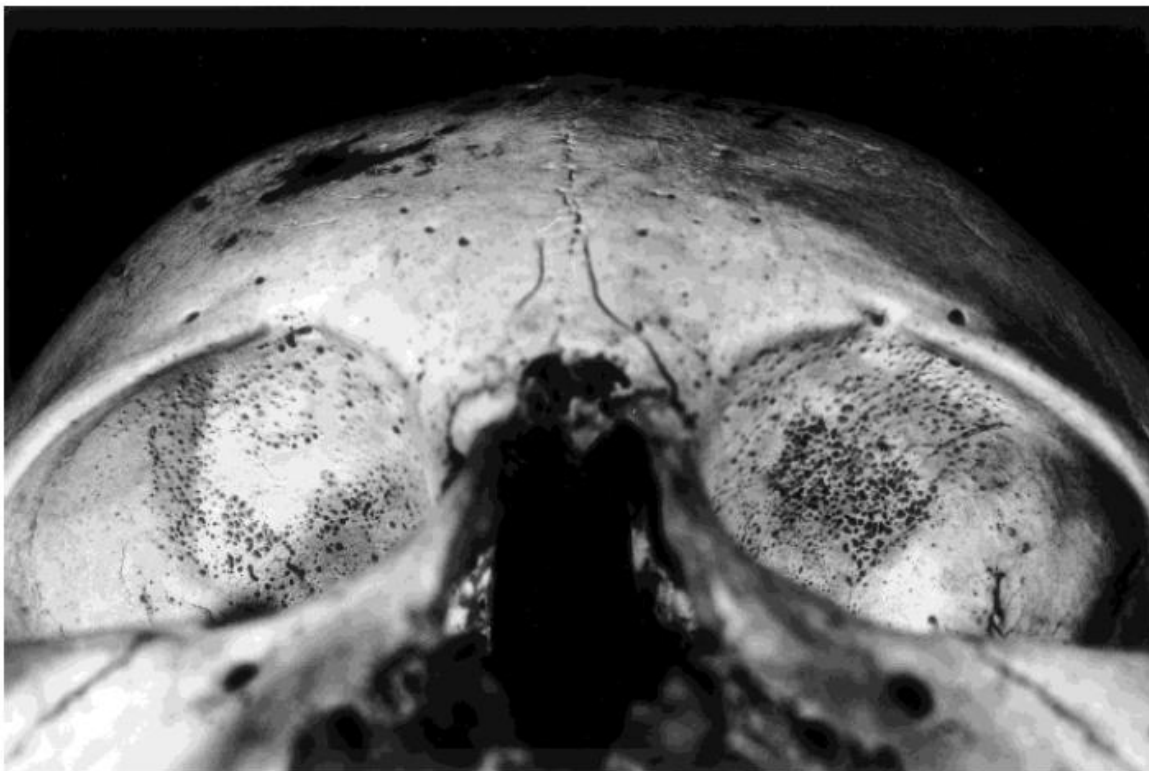
Podobným indikátorem nespecifického stresu, jako je hypoplazie zubní skloviny, jsou **Harrisovy linie** na kostech. Tvoří se především na metafázách dlouhých kostí, zejména na distálním konci kosti holenní (Ribot a Roberts, 1996). Jedná se o horizontální linie viditelné na rentgenových snímcích (obr. 6) způsobené pozastavením růstu v důsledku stresu (Mays, 1995). V některých případech se ale linie objevují i u zdravých jedinců, kteří žádnou nemoc neprodělali (Ribot a Roberts, 1996). Více Harrisových linií se nachází na nedospělých kostrách, protože děti jsou citlivější na působení stresu a nestihne u nich dojít k remodelaci kostí. V průběhu života jedince se obnovuje kostní tkáň a linie mohou být vstřebány. Tedy i jedinec, který byl vystaven dlouhodobému stresu, v důsledku kterého se zpomalil růst, nemusí mít viditelné Harrisovy linie, navíc mohl dosáhnout normální finální výšky díky catch-up růstu. Jediný indikátor dlouhodobého vystavení stresu je pak šířka kortikální vrstvy, která se často neobnoví a je tenčí, než u zdravých jedinců. Hypoplazie zubní skloviny a Harrisovy linie se často vyskytují spolu, protože jsou způsobené podobnými faktory. Vyskytuje-li se hypoplazie bez Harrisových linií, může to být kvůli proběhnuté remodelaci kostí a vstřebání linií, přítomnost pouze Harrisových linií může být následkem stresu, který ale nebyl tak veliký, aby ovlivnil vývin zubů (Mays, 1995).



Obr. č. 6: Harrisova linie na distálním konci stehenní kosti dítěte (převzato z Mays, 1995).

Četnost výskytu Harrisových linií se s dostupnější a výživnější potravou výrazně zmenšila. Například v současné době se linie nacházejí u 20% švýcarské populace oproti 80% populace středověké, což svědčí o těžkých životních podmínkách ve středověku. Skupinou s nejvyšší četností výskytu byly děti, nejčastěji dvouleté a mezi 8-12 lety (Ameen et al., 2005). Stejně tak klesla četnost Harrisových linií v Jižní Koreji ze středověkých 39,4% na současných 16,4%. Nižší výskyt v Koreji oproti Evropě je způsoben vyšším socioekonomickým statutem zkoumané korejské populace, ale oproti evropskému vzorku byl v Koreji velký rozdíl mezi ženami a muži. Zatímco v současnosti je výskyt linií přibližně stejný u obou pohlaví, ve středověku byl mnohem vyšší u žen (54,8%) než u mužů (27,5%). Vypovídá to o větším

sociálním znevýhodnění žen ve středověku, které tak byly více vystaveny nutričnímu stresu (Beom et al., 2014). Podobné rozdíly mezi pohlavími, i když ne tak veliké, jsou přítomné i u některých evropských středověkých populací (Piontek et al., 2001), u jiných je četnost Harrisových linií mezi muži a ženami srovnatelná (Mays, 1995; Ameen et al., 2005).



Obr. č. 7: Cribra orbitalia, v tomto případě pravděpodobně projev kurdějí (převzato z Ortnera et al., 1999).

Nejčastějšími patologiemi nacházejícími se na kosterních pozůstatcích v archeologických nálezech jsou **hyperostosis porotica** a **cribra orbitalia**. Jedná se o makroskopicky viditelnou pórovitost vnějšího povrchu kostí lebeční klenby, respektive očníce (Walker et al., 2009) a častěji se vyskytuje na dětských kostrách (Blom et al., 2005; Keenleyside a Panayotova, 2006). Uvádí se, že *cribra orbitalia* by mohla být časnějším projevem *hyperostosis porotica* vyvolaná menším stresem (Blom et al., 2005). Nejčastěji je jejich výskyt spojován s anémií z nedostatku železa. V tom případě vznikají jako následek hypertrofie kostní dřeně, která vyvolává zvýšený růst spongiózní kostní tkáně. Ta zapříčiní ztenčení kortikální vrstvy a následnou pórovitou strukturu (Walker et al., 2009). U dospělých jedinců se téměř vždy nachází ve vyléčené formě svědčící o prodělané anémii v dětství (Blom et al., 2005). *Hyperostosis porotica* i *cribra orbitalia* (obr. 7) mohou být kromě anémie způsobeny řadou jiných faktorů, mezi které patří nedostatečná výživa a příjem vitaminů, nespecifické infekce,

nebo některé nemoci jako například kurděje nebo křivice (Ribot a Roberts, 1996; Ortner et al., 1999; Walker et al., 2009).

Dalším bioindikátorem nesespecifického stresu pozorovatelným na kosterních pozůstatcích je **flukтуаční asymetrie**. Jedná se o jemnou náhodnou odchylku od dokonalé bilaterální souměrnosti (Palmer a Strobeck, 1986). Flukтуаční asymetrie je indikátor vývojové stability při vývoji, což je schopnost jedince vytvořit určitý fenotyp za daných genetických a environmentálních podmínek. Není-li jedinec dostatečně odolný, mohou se u něj projevit makroskopicky viditelné odchylky od bilaterální souměrnosti (DeLeon, 2007). Studie porovnávající známé, dříve prozkoumané historické populace potvrdily, že u skupin více vystavených environmentálnímu stresu byla nalezena větší četnost flukтуаčních asymetrií oproti populacím, které žily v lepších životních podmínkách (Albert a Greene, 1999; DeLeon, 2007). Patrný je i vliv socioekonomického statutu. Özener (2010) porovnával skupiny ze stejné oblasti v současném Turecku a u jedinců s nižším socioekonomickým statutem zaznamenal mnohem vyšší četnost flukтуаčních asymetrií než u jejich vrstevníků s vyšším socioekonomickým statutem. Flukтуаční asymetrie se tedy využívá pro odhad míry environmentálního stresu a socioekonomického statutu minulých populací (Bigoni et al., 2013).

5.2. Klimatické vlivy

Klimatické podmínky mají podstatný vliv na velikost a morfologii lidského těla. Lidé se z Afriky rozšířili po celém světě a museli se přizpůsobit nejrůznějším ekologickým podmínkám. Jedním z největších stresorů prostředí je teplota (Katzmarzyk a Leonard, 1998), která klesá s rostoucí zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou. Stejně jako u živočichů se dají i tělesné rozdíly u člověka vysvětlit Bergmannovým a Allenovým pravidlem. Podle nich jsou lidé žijící v chladnějších oblastech větší a mají kratší výrůstky oproti populacím z teplejších oblastí (Fukase, 2012). Minimální povrch vůči objemu v chladu zabrání přebytečnému unikání tepla, naopak v teplých oblastech velký povrch umožní jeho efektivnější odvádění (Cowgill et al., 2012). Ekogeografické vzorce ve velikosti a tvaru těla jsou tak důležitým ukazatelem přizpůsobení se klimatickým podmínkám v minulých populacích (Weinstein, 2005).

Vliv teploty v různých zeměpisných šířkách je patrný už během růstu, kdy jsou jedinci nejcitlivější na výkyvy teplot. Děti vyvíjející se v polárních a subpolárních oblastech jsou od prvního roku života vyšší a robustnější než děti z tropů a subtropů a náskok ve výšce si udržují po celou dobu růstu. Dospělí jedinci žijící ve vyšších zeměpisných šířkách mají širší těla, vyšší hmotnost vůči výšce, relativně kratší končetiny a zkrácené distální části končetin. Populace žijící v teplých oblastech mají užší těla, nižší hmotnost vůči výšce, relativně delší končetiny a delší distální části končetin (Cowgill et al., 2012). Fukase (2012) studoval geneticky příbuzné prehistorické populace v Japonsku, které obývaly ostrovy od subarktické až po subtropickou oblast. Skeletální délka a šířka hlavice stehenní kosti silně korelovaly se zeměpisnou šířkou a odpovídaly tak Bergmannovu pravidlu, kdy lidé v chladnějších oblastech byly vyšší a silnější než v teplejších. Nejmenší jedinci, kteří žili na nejnižnějších ostrovech, byli dokonce tak výrazně nižší, že se kromě vlivu teploty předpokládá i projev ostrovního nanismu (lidé žijící na malých a izolovaných ostrovech jsou menší než příbuzné populace na pevnině). Na rozdíl od výšky a hmotnosti se u zkoumaných populací nezměnily proporce končetin, distální části by se měly s klesající teplotou zkracovat. Nasvědčuje to tomu, že genetické faktory jsou v případě tělesných proporcí silnější než vlivy prostředí a příbuzné populace nemusí vykazovat úplné přizpůsobení se klimatu.

Život ve vysoké nadmořské výšce ovlivňuje nižší teplota, hypoxie a horší přístup k potravě, který je navíc sezónně nerovnoměrný (Weinstein, 2005). Lidé žijící ve vyšších nadmořských výškách jsou menší a lehčí (Cowgill et al., 2012). Rozdíly ve výšce se projevují zejména na délce dolních končetin, které jsou relativně kratší. To může být vysvětleno jak vlivy nadmořské výšky, tak Allenovým pravidlem, kdy jedinci žijící v chladnějších oblastech mají kratší končetiny. Děti ve všech věkových kategoriích mají ve vyšších nadmořských výškách menší přírůstky, i když ne vždy je rozdíl signifikantní (Tripathy a Gupta, 2007). Hmotnost a BMI jedinců v oblastech vyšších nadmořských výšek bývá nižší než u populací žijících v nízkých nadmořských výškách (Pawson a Huicho, 2010; Yin a Ji, 2014). Například u dvou příbuzných populací žijících v různých nadmořských výškách v Tibetu se BMI většiny jedinců (85 %) pohyboval v normálních hodnotách, ale podvýživou ve výše položených místech trpělo 13,3 % mužů a 11,9 % žen oproti 5,7% a 2,1% z níže položených oblastí. Tam bylo také více jedinců obézních, což může být vysvětleno vyšší fyzickou aktivitou lidí ve vyšších polohách, zejména frekventovanější chůzí (Tripathy a Gupta, 2007). Počet jedinců ve vyšších nadmořských výškách trpících podvýživou se se zlepšující výživou snižuje (Yin a Ji, 2014). Je pravděpodobné, že výživa hraje podobně důležitou roli v tělesné variabilitě lidí

z různých nadmořských výšek, jako klimatické podmínky samotné (Weinstein, 2005; Tripathy a Gupta, 2007).

Klimatické faktory pokračují i dnes v ovlivňování tělesných proporcí lidí, ale jejich vliv je zmenšen zlepšující se dostupností a kvalitou potravin, zejména u tropických populací (Katzmarzyk a Leonard, 1998). Ve druhé polovině 20. století u nich došlo díky zlepšení životních podmínek k pozitivnímu sekulárnímu trendu jak ve výšce, tak zejména v hmotnosti (Ulijazsek, 2001; Ashizawa et al., 2009). Od roku 1953 se za přibližně 40 let zvýšila hmotnost populací žijících v teplých oblastech o 6,9 kg, ve studených pouze o 4,7 kg. Zdá se tedy, že sekulární trend snižuje rozdíly mezi populacemi a výživa hraje velmi významnou roli (Katzmarzyk a Leonard, 1998).

5.3. Urbanizace

Rozdíly v růstu dětí na venkově a ve městech jsou patrné dodnes, ale zatímco v minulosti byly děti žijící ve městech znevýhodněné, dnes je situace opačná. Ve středověku ještě nebyly rozdíly mezi dětskou úmrtností ve městech a na venkově tak veliké. V 18. a 19. století v důsledku průmyslové revoluce a industrializace vzrostla migrace do měst a začala vznikat velká města s vysokou hustotou obyvatel (Lewis, 2002). Čím dál více dětí bylo vystaveno rizikům spojeným se životem ve městech, ve kterých byla úmrtnost až dvakrát větší než na venkově. Mezi rizika patřily zejména infekční nemoci, které se v zalidněném prostředí lépe šířily. Zánětlivá onemocnění dýchacího traktu, jako například bronchitida nebo tuberkulóza, byly ovlivňovány bydlením ve vlhkých městských domech. Nejvíce dětí umíralo na průjemová onemocnění, četnost ve městech byla 8-krát vyšší než na venkově. Rozdíly se nejvíce prohlubovaly v letních měsících, kdy bylo průjemových onemocnění nejvíce. Nejvyšší úmrtnost byla mezi novorozenci, a to stejná na venkově i ve městě. Po ukončení kojení, při kterém je dítě chráněno protilátkami v mateřském mléce, se zvýšila úmrtnost ve městech a rozdíl zůstal po celou dobu dětství (Williams a Galley, 1995). Na více než polovině koster dětí z průmyslového Londýna byly nalezeny znaky metabolických chorob, jako jsou kurděje a křivice, nemoci způsobené nedostatkem vitamínu C a D. Docházelo k nim nejspíše kvůli nekvalitní potravě a nedostatečnému vystavení slunci v důsledku znečištěného ovzduší. Mnohem vyšší byl také výskyt hypoplazie zubní skloviny na dočasných zubech, který svědčí o stresu během intrauterinního vývoje, a přítomnost *cribra orbitalia* u dětí mladších 6 měsíců

dokazující vystavení stresu už od narození. Život v nehygienickém a znečištěném prostředí, nedostatečná výživa a vyšší riziko nemocí způsobily pomalejší růst dětí z velkých průmyslových měst, které byly výrazně nižší než děti žijící na venkově (Lewis, 2002).

Situace se výrazně zlepšila na počátku 20. století, kdy byla do měst zavedena kanalizace a pitná voda, zlepšila se zdravotní péče a informovanost matek (Williams a Galley, 1995). V průběhu 20. století se města stala centry s nejdostupnější sociální péčí a městské děti začaly přerůstat děti na venkově. Dnes je ve vyspělých oblastech, jako je Severní Amerika, Austrálie a většině zemí západní Evropy sociální péče stejně dostupná všem a proto rozdíly v závislosti na urbanizaci nejsou přítomné. Stále jsou ale patrné v rozvojových zemích Afriky, Asie a latinské Ameriky, kde jsou rozdíly mezi venkovem a městem veliké zejména kvůli kvalitě potravy (Eleventh a Tanner, 1990).

V rozvojových zemích jsou děti vyrůstající ve městech vyšší, těžší a dříve dospívají. Zdravotní, vzdělávací a ekonomická centra jsou koncentrována ve městech a nerovnoměrně zasahují do venkovských oblastí, kde jejich nedostatek negativně ovlivňuje růst dětí. Děti narozené na venkově, které vyrostly ve městě, jsou stejně velké jako ty, které se ve městech už narodily a naopak, záleží tedy hlavně na podmínkách v době růstu (Peña Reyes et al., 2003). Děti vyrůstající na venkově mohou mít během růstu až o 20–25% nižší hmotnost než ty vyrůstající ve městech a jsou přibližně o 5% nižší. Největší rozdíly jsou během puberty, protože děti z venkova rostou pomaleji, růstový spurt nastupuje později a trvá jim déle dosáhnout finální výšky. Po ukončení růstu se rozdíly zmenší na 10% v případě hmotnosti a 3% v případě výšky (Henneberg a Louw, 1998). Ani v Mexiku (Peña Reyes et al., 2003), ani v Jihoafrické republice (Henneberg a Louw, 1998) ale nedosáhnou nejvyšší městské děti amerického výškového průměru.

5.4. Socioekonomický status

Rozdíly ve výšce postavy mezi příslušníky různých sociálních tříd lze pozorovat na základě různých informačních pramenů po několik století. Bohatší a výše postavení jedinci byli vyšší a měli delší nohy než lidé chudí (Gunnell et al., 1998). Vyšší socioekonomický status tedy působí pozitivně na růst a vývoj dětí, důležitý je dostatečný příjem proteinů, vápníku a vitamínů, dobré hygienické návyky, zdravotní péče a psychická pohoda po dobu dětství a dospívání (Bhargava, 1999). Nejcitlivějším indikátorem životní úrovně vypovídajícím

o období růstu je délka dolních končetin. Děti s vyšším socioekonomickým statutem mají srovnatelnou výšku v sedu jako ty vyrůstající v horších podmínkách, ale výrazně delší nohy (Gunnell et al., 1998; Bogin et al., 2002). Tomu odpovídá i sekulární trend, kdy se v důsledku zlepšení výživy a zdravotní péče prodlužují více dolní končetiny, než horní (Jantz a Jantz, 1999).

Vliv socioekonomického statutu je dobře patrný v archeologických nálezech. Na hřbitovech, kde byly pohřbívány děti a dospělí z chudších vrstev, lze nalézt více indikátorů stresu jako je například hypoplazie zubní skloviny. Dětská úmrtnost byla mnohem vyšší než u bohatších lidí a celkově byly děti s nižším socioekonomickým statutem výrazně nižší (Bennike et al., 2005). U chudých rodin záleželo také na počtu dětí. Čím více jich bylo, tím menší byla jejich výška, což způsobovala zejména nedostatečná výživa (Gunnell et al., 1998).

Socioekonomický status hraje velkou roli i dnes. Například mayské děti, jejichž rodiče emigrovali do Spojených států, jsou v průměru o 11,54 cm vyšší, než jejich vrstevníci v Guatemale, a mají o 6,83 cm delší dolní končetiny. V Guatemale žili Mayové ve špatných životních podmínkách ovlivněných občanskou válkou, ekonomickou krizí a epidemií cholery. V USA mají oproti tomu stálý přístup k pitné vodě, dostatečnou výživu a kvalitní zdravotní péči. Rozdíly ve výšce a změně proporcí jsou tedy způsobeny vlivy prostředí, ve kterém děti vyrůstaly, protože genetické faktory se za jednu generaci nemohly stihnout projevit. Americké mayské děti jsou vyšší a mají relativně delší dolní končetiny než guatemalské mayské děti, ale jsou pořád ještě nižší než je americký průměr, zejména v délce dolních končetin (Bogin et al., 2002).

Socioekonomický status ovlivňuje kromě výšky i hmotnost dítěte. Ve vyspělých zemích, kde je potrava dostupná všem, jsou děti z nižších sociálních tříd častěji obézní než děti ze středních a vyšších tříd. V rozvojových zemích s horší potravní dostupností jsou naopak chudší lidé hubenější (Eleveth a Tanner, 1990).

6. ZÁVĚR

Auxologické studie minulých populací limituje řada problémů. Kosterního materiálu, na kterém mohou být studie prováděny, je nedostatek a jednotlivé věkové kategorie jsou nerovnoměrně zastoupeny. Problematické je určení pohlaví na nedospělých kostrách a do budoucna je třeba nacházet nové metody a zdokonalovat stávající.

Odhad věku nedospělých jedinců v archeologických nálezech je vždy pouze odhad biologického, nikoliv chronologického věku. Přesto, že je odhad biologického věku, zejména podle zubů, u nedospělých jedinců pravděpodobně nejpřesnější, odchylky od chronologického věku mohou být poměrně veliké, v některých případech až několik let. Je třeba brát v úvahu variabilitu mezi jedinci a populacemi a ovlivnění růstu nepříznivými vnějšími faktory.

Rozdíly v růstu dětí se prohlubují zejména v období růstových spurtů, především pubertálního. Dívky nastupují do puberty dříve než chlapci, ti ale mají větší přírůstky. Doba nástupu pubertálního růstu mezi jedince je variabilní a stejně staří jedinci se mohou v závislosti na ní výrazně lišit.

Vlivem sekulárního trendu výrazně vzrostla průměrná výška člověka ve vyspělých zemích a pozitivní sekulární trend je pozorován i v mnoha rozvojových zemích po celém světě. Kromě výšky se mění i hmotnost, BMI, ale také proporce a věk dospívání. Protože jsou kosterní pozůstatky porovnávány se standardy zpracovanými podle současné populace, je třeba brát sekulární trend v úvahu.

V neposlední řadě je významným faktorem působícím na růst člověka vliv okolního prostředí. Existují rozdíly mezi dětmi vyrůstajícími na venkově a ve městě, v různých klimatických podmínkách a s rozdílným socioekonomickým statutem, růst významně ovlivňují nemoci. Nejdůležitějším faktorem je zřejmě výživa. Obecně mají děti vyrůstající v horších životních podmínkách nižší postavu a kratší dolní končetiny, což může přispívat k podhodnocení jejich věku, srovnává-li se se standardy vyspělých populací. Je tedy důležité porovnávat zkoumanou populaci se standardy vytvořenými na příbuzných nebo podobně žijících jedincích. Ideální je vytvořit vlastní standardy v každé populaci.

Paleoauxologické studie poskytují mnoho cenných informací o minulých populacích, proto je třeba do budoucna pokračovat v rozvíjení a zlepšování metod, které povedou k co nejpřesnějším výsledkům.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- Aksglaede L, Olsen LW, Sørensen TIA, Juul A. 2008. Forty Years Trends in Timing of Pubertal Growth Spurt in 157,000 Danish School Children. *PLoS ONE* 3: e2728.
- Albert AM. 1998. The Use of Vertebral Ring Epiphyseal Union for Age Estimation in Two Cases of Unknown Identity. *Forensic Science International* 97: 11–20.
- Albert AM, Greene DI. 1999. Bilateral Asymmetry in Skeletal Growth and Maturation as an Indicator of Environmental Stress. *American Journal of Physical Anthropology* 110: 341–349.
- Alemán I, Irurita J, Valencia AR, Martínez A, López-Lázaro S, Viciano J, Botella MC. 2012. Brief Communication: The Granada Osteological Collection of Identified Infants and Young Children. *American Journal of Physical Anthropology* 149: 606–610.
- Ameen S, Staub L, Ulrich S, Vock P, Ballmer F, Anderson SE. 2005. Harris Lines of the Tibia Across Centuries: a Comparison of Two Populations, Medieval and Contemporary in Central Europe. *Skeletal Radiology* 34: 279–84.
- Ashizawa K, Rahmawati NT, Hastuti J. 2009. Body Size and Shape, and Its Secular Change in Javanese-Indonesian Adults. *Anthropological Science* 117: 165–170.
- Auerbach BM, Ruff CB. 2010. Stature Estimation Formulae for Indigenous North American Populations. *American Journal of Physical Anthropology* 141: 190–207.
- Bailey RC, Kamenga MC, Nsuami MJ, Nieburg P, St Louis ME. 1999. Growth of Children According to Maternal and Child HIV, Immunological and Disease Characteristics: a Prospective Cohort Study in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *International Journal of Epidemiology* 28: 532–540.
- Bello SM, Thomann A, Signoli M, Dutour O, Andrews P. 2006. Age and Sex Bias in the Reconstruction of Past Population Structures. *American Journal of Physical Anthropology* 129: 24–38.
- Bennike P, Lewis ME, Schutkowski H, Valentin F. 2005. Comparison of Child Morbidity in Two Contrasting Medieval Cemeteries from Denmark. *American Journal of Physical Anthropology* 128: 734–746.

- Beom J, Woo EJ, Lee IS, Kim MJ, Kim YS, Oh CS, Lee SS, Lim SB, Shin DH. 2014. Harris Lines Observed in Human Skeletons of Joseon Dynasty, Korea. *Anatomy & Cell Biology* 47: 66–72.
- Bhargava A. 1999. Modeling the Effects of Nutritional and Socioeconomic Factors on the Growth and Morbidity of Kenyan School Children. *American Journal of Human Biology* 11: 317–326.
- Bigoni L, Krajiček V, Sládek V, Velemínský P, Velemínská J. 2013. Skull Shape Asymmetry and the Socioeconomic Structure of an Early Medieval Central European Society. *American Journal of Physical Anthropology* 150: 349–364.
- Black S, Scheuer L. 1996. Age Changes in the Clavicle: from the Early Neonatal Period to Skeletal Maturity. *International Journal of Osteoarchaeology* 6: 425–434.
- Blom DE, Buikstra JE, Keng L, Tomczak PD, Shoreman E, Stevens-Tuttle D. 2005. Anemia and Childhood Mortality: Latitudinal Patterning along the Coast of pre-Columbian Peru. *American Journal of Physical Anthropology* 127: 152–169.
- Bogin B. 1999. Evolutionary Perspective on Human Growth. *Annual Review of Anthropology* 28: 109–153.
- Bogin B, Smith P, Orden AB, Varela Silva MI, Loucky J. 2002. Rapid Change in Height and Body Proportions of Maya American Children. *American Journal of Human Biology* 14: 753–761.
- Brůžek J. 2002. A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone. *American Journal of Physical Anthropology* 117: 157–168.
- Cardoso HFV. 2008. Secular Changes in Body Height and Weight of Portuguese Boys over One Century. *American Journal of Human Biology* 20: 270–277.
- Cardoso HFV. 2009. A Test of Three Methods for Estimating Stature from Immature Skeletal Remains Using Long Bone Lengths. *Journal of Forensic Sciences* 54: 13–19.
- Cardoso HFV, Pereira V, Ríos L. 2014. Chronology of Fusion of the Primary and Secondary Ossification Centers in the Human Sacrum and Age Estimation in Child and Adolescent Skeletons. *American Journal of Physical Anthropology* 153: 214–225.

- Cardoso HFV, Saunders SR. 2008. Two Arch Criteria of the Ilium for Sex Determination of Immature Skeletal Remains: A Test of Their Accuracy and an Assessment of Intra- and Inter-observer Error. *Forensic Science International* 178: 24–29.
- Conceição ELN, Cardoso HFV. 2011. Environmental Effects on Skeletal versus Dental Development II: Further Testing of a Basic Assumption in Human Osteological Research. *American Journal of Physical Anthropology* 144: 463–470.
- Coqueugniot H, Weaver TD. 2007. Brief Communication: Infracranial Maturation in the Skeletal Collection from Coimbra, Portugal: New Aging Standards for Epiphyseal Union. *American Journal of Physical Anthropology* 134: 424–437.
- Cowgill LW, Eleazer CD, Auerbach BM, Temple DH, Okazaki K. 2012. Developmental Variation in Ecogeographic Body Proportions. *American Journal of Physical Anthropology* 148: 557–570.
- Decker SJ, Davy-Jow SL, Ford JM, Hilbelink DR. 2011. Virtual Determination of Sex: Metric and Nonmetric Traits of the Adult Pelvis from 3D Computed Tomography Models. *Journal of Forensic Sciences* 56: 1107–1114.
- DeLeon VB. 2007. Fluctuating Asymmetry and Stress in a Medieval Nubian Population. *American Journal of Physical Anthropology* 132: 520–534.
- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. 1973. A New System of Dental Age Assessment. *Human Biology* 45: 211–227.
- Đurić M, Rakočević Z, Đonić D. 2005. The Reliability of Sex Determination of Skeletons from Forensic Context in the Balkans. *Forensic Science International* 147: 159–164.
- Eleveth PB, Tanner JM. 1990. *Worldwide Variation in Human Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fukase H, Wakebe T, Tsurumoto T, Saiki K, Fujita M, Ishida H. 2012. Geographic Variation in Body Form of Prehistoric Jomon Males in the Japanese Archipelago: Its Ecogeographic Implications. *American Journal of Physical Anthropology* 149: 125–135.

- Geber J. 2014. Skeletal Manifestations of Stress in Child Victims of the Great Irish Famine (1845–1852): Prevalence of Enamel Hypoplasia, Harris Lines, and Growth Retardation. *American Journal of Physical Anthropology* 155: 149–161.
- Götherström A, Lidén K, Ahlström T, Källersjö M, Brown TA. 1997. Osteology, DNA and Sex Identification: Morphological and Molecular Sex Identifications of Five Neolithic Individuals from Ajvide, Gotland. *International Journal of Osteoarchaeology* 7: 71–81.
- Griffin RC, Donlon D. 2009. Patterns in Dental Enamel Hypoplasia by Sex and Age at Death in Two Archaeological Populations. *Archives of Oral Biology* 54S: S93–S100.
- Gunnell D, Smith GD, Frankel S, Kemp M, Peters T. 1998. Socio-economic and Dietary Influences on Leg Length and Trunk Length in Childhood: a Reanalysis of the Carnegie (Boyd Orr) Survey of Diet and Health in Prewar Britain (1937–39). *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 12: 96–113.
- Helm P, Grønlund L. 2003. A Halt in the Secular Trend towards Earlier Menarche in Denmark. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 77: 198–200.
- Henneberg M, Louw GJ. 1998. Cross-sectional Survey of Growth of Urban and Rural “Cape Coloured” Schoolchildren: Anthropometry and Functional Tests. *American Journal of Human Biology* 10: 73–85.
- Heuzé Y, Cardoso HFV. 2008. Testing the Quality of Nonadult Bayesian Dental Age Assessment Methods to Juvenile Skeletal Remains: The Lisbon Collection Children and Secular Trend Effects. *American Journal of Physical Anthropology* 135: 275–283.
- Hoppa, RD. 1992. Evaluating Human Skeletal Growth: An Anglo-Saxon Example. *International Journal of Osteoarchaeology* 2: 275–288.
- Humphrey LT. 1998. Growth Patterns in the Modern Human Skeleton. *American Journal of Physical Anthropology* 105: 57–72.
- Hunt EE, Gleiser I. 1995. The Estimation of Age and Sex of Preadolescent Children from Bones and Teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 13: 479–487.

Chae HW, Suh I, Kwon AR, Kim YJ, Kim YH, Kang DR, Kim HY, Oh SM, Kim HC, Kim DH, Kim H-S. 2013. Longitudinal Standards for Height and Weight Velocity in Korean Children and Adolescents: the Kangwha Cohort Study. *Journal of Korean Medical Science* 28: 1512–1517.

Irurita J, Alemán I, López-Lázaro S, Viciano J, Botella MC. 2014. Chronology of the Development of the Deciduous Dentition in Mediterranean Population. *Forensic Science International* 240: 95–103.

Jantz LM, Jantz RI. 1999. Secular Change in Long Bone Length and Proportion in the United States, 1800–1970. *American Journal of Physical Anthropology* 110: 57–67.

Katzmarzyk PT, Leonard WR. 1998. Climatic Influences on Human Body Size and Proportions: Ecological Adaptations and Secular Trends. *American Journal of Physical Anthropology* 106: 483–503.

Keenleyside A, Panayotova K. 2006. Cribra Orbitalia and Porotic Hyperostosis in a Greek Colonial Population (5th to 3rd Centuries BC) from the Black Sea. *International Journal of Osteoarchaeology* 16: 373–384.

Lampl M, Johnston FE. 1996. Problems in the Aging of Skeletal Juveniles: Perspectives from Maturation Assessments of Living Children. *American Journal of Physical Anthropology* 101: 345–355.

Leary S, Fall C, Osmond C, Lovel H, Campbell J, Eriksson J et al. 2006. Geographical Variation in Relationships Between Parental Body Size and Offspring Phenotype at Birth. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 85: 1066–1079.

Lebl J, Krásničanová H. 1996. Růst dětí a jeho poruchy. Praha: Galén.

Lee G, Yori P, Olortegui M, Pan W, Caulfield L, Gilman RH, Sanders JW, Delgado HS, Kosek M. 2012. Comparative Effects of Vivax Malaria, Fever and Diarrhoea on Child Growth. *International Journal of Epidemiology* 41: 531–539.

Lewis ME. 2002. Impact of Industrialization: Comparative Study of Child Health in Four Sites from Medieval and Postmedieval England (A.D. 850–1859). *American Journal of Physical Anthropology* 119: 211–223.

Lewis ME. 2007. *The Bioarchaeology of Children*. New York: Cambridge University Press.

Lewis ME. 2010. Life and Death in a Civitas Capital: Metabolic Disease and Trauma in the Children from Late Roman Dorchester, Dorset. *American Journal of Physical Anthropology* 142: 405–416.

Li G, Ren J, Zhao S, Liu Y, Li N, Wu W, Yuan S, Wang H. 2012. Dental Age Estimation from the Developmental Stage of the Third Molars in Western Chinese Populaton. *Forensic Science International* 219: 158–164

Loesch DZ, Stokes K, Huggins RM. 2000. Secular Trend in Body Height and Weight of Australian Children and Adolescents. *American Journal of Physical Anthropology* 111: 545–556.

Malina J et al. 2007. Slovník pro studenty antropologie II. M – Ž. Brno: Akademické nakladatelství CERM.

Mays S. 1995. The Relationship between Harris Lines and other Aspects of Skeletal Development in Adults and Juveniles. *Journal of Archaeological Science* 22: 511–520.

Modan-Moses D, Yaroslavsky A, Novikov I, Segev S, Toledano A, Kochavi B, Mitrany E, Stein D. 2003. Stunting of Growth as a Major Feature of Anorexia Nervosa in Male Adolescents. *Pediatrics* 111: 270–276.

Modan-Moses D, Yaroslavsky A, Kochavi B, Toledano A, Segev S, Balawi F, Mitrany E, Stein D. 2012. Linear Growth and Final Height Characteristics in Adolescent Females with Anorexia Nervosa. *PLoS ONE* 7: e45504.

Molleson T, Cruse K, Mays S. 1998. Some Sexually Dimorphic Features of the Human Juvenile Skull and their Value in Sex Determination in Immature Skeletal Remains. *Journal of Archaeological Science* 25: 719–728.

Murail P, Brůžek J, Braga J. 1999. A New Approach to Sexual Diagnosis in Past Populations. Practical Adjustments from Van Vark's Procedure. *International Journal of Osteoarchaeology* 9: 39–53.

- Ong KKL, Preece MA, Emmett PM, Ahmed ML, Dunger DB. 2002. Size at Birth and Early Childhood Growth in Relation to Maternal Smoking, Parity and Infant Breast-Feeding: Longitudinal Birth Cohort Study and Analysis. *Pediatric Research* 52: 863–867.
- Ortner DJ, Butler W, Cafarella J, Milligan L. 2001. Evidence of Probable Scurvy in Subadults from Archeological Sites in North America. *American Journal of Physical Anthropology* 114: 343–351.
- Ortner DJ, Kimmerle EH, Diez M. 1999. Probable Evidence of Scurvy in Subadults From Archeological Sites in Peru. *American Journal of Physical Anthropology* 108: 321–331.
- Özener B. 2010. Fluctuating and Directional Asymmetry in Young Human Males: Effect of Heavy Working Condition and Socioeconomic Status. *American Journal of Physical Anthropology* 143: 112–120.
- Palmer AR, Strobeck C. 1986. Fluctuating Asymmetry: Measurement, Analysis, Patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 391–421.
- Pawson IG, Huicho L. 2010. Persistence of Growth Stunting in a Peruvian High Altitude Community, 1964–1999. *American Journal of Human Biology* 22: 367–374.
- Peña Reyes ME, Tan SK, Malina RM. 2003. Urban-rural Contrasts in the Growth Status of School Children in Oaxaca, Mexico. *Annals of Human Biology* 30: 693–713.
- Piontek J, Jerszyńska B, Nowak O. 2001. Harris Lines in Subadult and Adult Skeletons from the Mediaeval Cemetery in Cedynia, Poland. *Variability and Evolution* 9: 33–43.
- Quincey D, Carle G, Alunni V, Quatrehomme G. 2013. Difficulties of Sex Determination from Forensic Bone Degraded DNA: A comparison of Three Methods. *Science & Justice* 53: 253–260.
- Ramakrishnan U, Nguyen P, Martorell R. 2009. Effects of Micronutrients on Growth of Children under 5 y of Age: Meta-analyses of Single and Multiple Nutrient Interventions. *The American Journal of Clinical Nutrition* 89: 191–203.
- Raxter MH, Auerbach BM, Ruff CB. 2006. Revision of the Fully Technique for Estimating Statures. *American Journal of Physical Anthropology* 130: 374–384.

- Remer T, Manz F. 2001. The Midgrowth Spurt in Healthy Children Is Not Caused by Adrenarche. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 86: 4183–4186.
- Ribot I, Roberts C. 1996. A Study of Non-specific Stress Indicators and Skeletal Growth in Two Mediaeval Subadult Populations. *Journal of Archaeological Science* 23: 67–79.
- Ríos L, Cardoso HFV. 2009. Age Estimation from Stages of Union of the Vertebral Epiphyses of the Ribs. *American Journal of Physical Anthropology* 140: 265–274.
- Rivera JA, González-Cossío T, Flores M, Romero M, Rivera M, Téllez-Rojo MM, Rosado JL, Brown KH. 2001. Multiple Micronutrient Supplementation Increases the Growth of Mexican Infants. *The American Journal of Clinical Nutrition* 74: 657–663.
- Ruff C. 2007. Body Size Prediction from Juvenile Skeletal Remains. *American Journal of Physical Anthropology* 133: 698–716.
- Scheuer L, Black S. 2004. *The Juvenile Skeleton*. London: Elsevier Academic Press.
- Schönbeck Y, Talma H, Dommelen P, Bakker B, Buitendijk SE, HiraSing RA, Buuren S. 2012. The World's Tallest Nation Has Stopped Growing Taller: the Height of Dutch Children from 1955 to 2009. *Pediatric Research* 73: 371–377.
- Smith SL. 2004. Skeletal Age, Dental Age, and the Maturation of KNM-WT 15000. *American Journal of Physical Anthropology* 125: 105–120.
- Sohn K. 2015. Is Leg Length a Biomarker of Early Life Conditions? Evidence from a Historically Short Population. *American Journal of Human Biology* 0: 00–00.
- Stone AC, Milner GR, Pääbo S, Stoneking M. 1996. Sex Determination of Ancient Human Skeletons Using DNA. *American Journal of Physical Anthropology* 99: 231–238.
- Šešelj M. 2013. Relationship between Dental Development and Skeletal Growth in Modern Humans and its Implications for Interpreting Ontogeny in Fossil Hominins. *American Journal of Physical Anthropology* 150: 38–47.
- Šmahel Z. 2001. *Principy, teorie a metody auxologie*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Talma H, Schönbeck Y, van Dommelen P, Bakker B, van Buuren S, HiraSing RA. 2013. Trends in Menarcheal Age between 1955 and 2009 in the Netherlands. *PLoS ONE* 8: e60056.

- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. 1966. Standards from Birth to Maturity for Height, Weight, Height Velocity, and Weight Velocity: British Children, 1965 Part II. *Archives of Disease in Childhood* 41: 613–635.
- Thu BD, Schultink W, Dillon D, Gross R, Leswara ND, Khoi HH. 1999. Effect of Daily and Weekly Micronutrient Supplementation on Micronutrient Deficiencies and Growth in Young Vietnamese Children. *The American Journal of Clinical Nutrition* 69: 80–86.
- Tremblay WS, Willms JD. 2000. Secular Trends in the Body Mass Index of Canadian Children. *Canadian Medical Association Journal* 163: 1429–1433.
- Tripathy V, Gupta R. 2007. Growth Among Tibetans at High and Low Altitudes in India. *American Journal of Human Biology* 19: 789–800.
- Ulijaszek SJ. 2001. Increasing Body Size Among Adult Cook Islanders between 1966 and 1996. *Annals of Human Biology* 28: 363–373.
- Vignerová J, Riedlová J, Bláha P, Kobzová J, Krejčovský L, Brabec M, Hrušková M. 2006. 6. Celostátní výzkum dětí a mládeže 2001. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Vlak D, Roksandic M, Schillaci MA. 2008. Greater Sciatic Notch as a Sex Indicator in Juveniles. *American Journal of Physical Anthropology* 137: 309–315.
- Walker PL, Bathurst RR, Richman R, Gjerdrum T, Andrushko VA. 2009. The Causes of Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalia: A Reappraisal of the Iron-deficiency-anemia Hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology* 139: 109–125.
- Weinstein KJ. 2005. Body Proportions in Ancient Andeans from High and Low Altitudes. *American Journal of Physical Anthropology* 128: 569–585.
- Whitaker JM, Rousseau L, Williams T, Rowan RA, Hartwig WC. 2002. Scoring System for Estimating Age in the Foot Skeleton. *American Journal of Physical Anthropology* 118: 385–392.
- Williams N, Galley C. 1995. Urban-rural Differentials in Infant Mortality in Victorian England. *Population Studies* 49: 401–420.
- Wilson LA, McLeod N, Humphrey LT. 2008. Morphometric Criteria for Sexing Juvenile Human Skeletons Using the Ilium. *Journal of Forensic Sciences* 53: 269–278.

Wood JW, Milner GR, Harpending HC, Weiss KM. 1992. The Osteological Paradox. *Current Anthropology* 33: 343–370.

Yin XJ, Ji CY. 2014. Malnutrition Prevalence in Lasa Xizang Children and Adolescents. *Biomedical and Environmental Sciences* 27: 614–626.

URL: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/> (citováno 15. 3. 2015)