

Ochrana a podpora zdraví I – cvičení

Pavčina Kaňová

OBSAH

SEZNAM ČASTO POUŽÍVANÝCH ZKRATEK.....	5
ÚVOD	6
1. EPIDEMIOLOGIE.....	7
Charakteristika oboru	7
Teoretická východiska a definice epidemiologie	8
Dělení epidemiologie podle metod	9
2. RUTINNÍ STATISTIKY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ PRO HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍ SITUACE.....	11
Rutinní zdravotnická statistika	12
Publikace údajů z rutinní zdravotnické statistiky.....	14
3. DEMOGRAFICKÉ ÚDAJE O OBYVATELSTVU.....	17
Demografie, zdraví a péče o zdraví.....	17
Demografická statistika.....	17
Zdroje demografických dat	18
Populační základna.....	20
Počet obyvatel	20
Rozmístění obyvatelstva	21
Struktura obyvatelstva.....	22
Populační procesy	25
Porodnost a potratovost.....	26
Úmrtnost.....	27
Reprodukce.....	28
4. VYUŽITÍ RUTINNÍCH STATISTIK PRO HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU OBYVATELSTVA	32
Zdraví	32
Statistika zdravotního stavu obyvatelstva	33
Nozologie, názvosloví a klasifikace nemocí	33
Statistika nemocnosti.....	35
Ukazatele statistiky nemocnosti	36
Výhody a nevýhody statistiky nemocnosti.....	36
Statistika úmrtnosti.....	37
Ukazatele zdravotního stavu založené na evidenci úmrtí	38
Výhody a nevýhody statistiky úmrtnosti.....	40

5.	TYPY UKAZATELŮ	43
	Absolutní a relativní ukazatele	43
	Typy relativních ukazatelů	43
	Ukazatele struktury	44
	Ukazatele frekvence	44
	Indexy	45
	Standardizace relativních ukazatelů	47
	Vlastnosti relativních ukazatelů a proč je standardizovat	47
	Postup přímé standardizace	50
	Střední délka života a úmrtnostní tabulky	52
6.	MĚŘENÍ FREKVENCE NEMOCÍ V POPULACI.....	58
	Nemocnost.....	58
	Předmět a jednotka měření	58
	Studovaná populace.....	59
	Ukazatele nemocnosti	60
	Průměrná doba trvání onemocnění.....	60
	Incidence	61
	Prevalence	62
	Celkové, specifické a standardizované ukazatele nemocnosti	63
	Vztahy mezi ukazateli	64
7.	DIAGNÓZA V EPIDEMIOLOGICKÝCH ŠETŘENÍCH	68
	Vlastnosti testů	69
	Charakteristiky validity	70
	Diagnostická mez	72
	Screening	74
	Screeningové programy v ČR	77
8.	PŘÍČINNOST V EPIDEMIOLOGII	81
	Monokauzální a multifaktoriální vznik nemoci	81
	Deterministické a pravděpodobnostní pojetí příčinnosti.....	81
	Typy kauzálních vztahů	82
	Kauzální modely	83
	Etiologická triáda	83
	Kauzální koláče	85
	Kauzální síť.....	85
	Model osoba – místo – čas	87

Model osoba – znak – nemoc	88
Možnosti vysvětlení pozorované asociace	89
Asociace a kauzalita	89
Náhoda	89
Confounding (třetí faktor)	92
Bias	93
Příčinný vztah	95
9. ZÁKLADNÍ TYPY EPIDEMIOLOGICKÝCH STUDIÍ	99
Deskriptivní studie	101
Ekologická studie (<i>ecological study</i>)	101
Průřezové (prevalenční) studie (<i>cross-sectional study</i>)	103
Analytické studie	104
Kohortové studie	104
Retrospektivní kohortová studie	105
Studie případů a kontrol	107
Intervenční studie	109
Klinický kontrolovaný pokus	110
Populační intervenční studie	111
Hierarchie důkazů, systematické přehledy a metaanalýzy	112
Systematický přehled	113
Metaanalýza	114
10. VYHODNOCENÍ EPIDEMIOLOGICKÝCH STUDIÍ	116
Vyhodnocení prospektivních kohortových studií	116
Relativní riziko (<i>relative risk</i> – RR)	117
Výpočet RR z incidencí <i>risk</i>	118
Výpočet RR z incidencí <i>rate</i>	119
Atributivní rizika	120
Atributivní riziko (AR) a podíl atributivního rizika (AR%)	121
Populační atributivní riziko (PAR) a podíl populačního atributivního rizika (PAR%)	123
Vyhodnocení studií případů a kontrol	125
Výpočet a interpretace OR	126

SEZNAM ČASTO POUŽÍVANÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
EU	Evropská unie
EUROSTAT	Statistický úřad Evropské unie
ICHHS	Ischemická choroba srdeční
LPM	List o prohlídce zemřelého
MKN	Mezinárodní klasifikace nemocí
NZIP	Národní zdravotnický informační portál
NZIS	Národní zdravotnický informační systém
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OSN	Organizace spojených národů
ÚZIS	Ústav zdravotnických informací a statistiky
WB	Světová banka
WHO	Světová zdravotnická organizace

ÚVOD

*Pro obory vyučované pod souhrnným názvem **Ochrana a podpora zdraví** je charakteristické, že vedle biologických a lékařských aspektů zdraví zdůrazňují vliv sociálních, ekonomických, environmentálních a kulturních faktorů na zdraví jednotlivců, skupin i celých populací. Snaží se získávat poznatky využitelné v podpoře zdraví, prevenci nemocí a při zajišťování ekvity ve zdraví a v systému péče o zdraví, a tím přispět k celkovému zlepšení zdraví jednotlivých lidí i společnosti jako celku.*

Jsou pro ně proto naprosto zásadní vědecké metody umožňující studovat zdravotní stav obyvatelstva. V nich hrají prim metody epidemiologické, jež se ale neobejdou bez využití výzkumných technik a metod mnoha dalších oborů, zejména pak statistiky a demografie, které se již v jistém smyslu staly nedílnou součástí epidemiologie. Cílem tohoto textu je uvést studenty do principů epidemiologického myšlení, seznámit je s přínosem využívání skupinového či populačního přístupu nejen ke studiu zdraví a nemocí, ale i při řešení zdravotních problémů, a představit jim základní epidemiologické metody.

1. EPIDEMIOLOGIE

Epidemiologie je vědní obor, který hraje klíčovou roli v celé oblasti veřejného zdraví (*Public Health*). Poskytuje nám:

- **definice důležitých pojmů** (zdraví, nemoc, rizikový a protektivní faktor, determinanty zdraví, přirozená historie nemoci, příčinnost atd.),
- s nimi svázaná **teoretická východiska** studia zdraví a nemoci,
- **epidemiologické metody**, tj. postupy, jak vědecky popisovat výskyt zdravotních problémů v populaci, analyzovat údaje o nemocech a jejich determinantách, ale třeba i vyhodnocovat účinnost a efektivitu opatření realizovaných pro zlepšení zdraví lidí, včetně činností systému péče o zdraví.

Charakteristika oboru

Název epidemiologie je odvozen od slova **epidemie**, vytvořeného složením starořeckého „epi“ a „demos“, což můžeme chápat jako „něco, co napadá lidstvo“. Epidemiologie totiž historicky vznikala jako obor, který se zabýval zákonitostmi vzniku a šíření hromadných onemocnění v lidských populacích, protože až do začátku minulého století převažovaly přenosné nemoci ve všech lidských populacích. Postupem času ale začaly ustupovat a na celkové nemocnosti se stále větší měrou podílely nemoci chronické. To nutně vedlo k rozšíření předmětu epidemiologie o studium neinfekčních nemocí. Dnes se tak za epidemii obecně považuje situace, kdy se nemoc v populaci objeví v rozsahu, který převyšuje její obvyklý výskyt, nebo když nemoc vykazuje nezvykle rychlý vzestup. Běžně už se hovoří např. o epidemii obezity nebo Alzheimerovy choroby.

Pro epidemiologii je typický tzv. **ekologický přístup** ke zkoumání zdraví a nemoci. Můžeme ho charakterizovat následovně:

- Předmětem studia není jedinec, ale určitá definovaná populace nebo populační podskupina (vymezená na základě charakteristik osob, místa a času), ve které jsou zahrnutí lidé zdraví i nemocní.
- Sbírají se informace o nemoci a současně o všech charakteristikách osob a prostředí, které by mohly mít vliv na vznik nemoci nebo její rozložení v populaci.
- Z epidemiologického hlediska může být důležité sledovat i to, proč určití lidé zůstávají zdraví. Pokud např. některá skupina lidí ve sledované populaci vykazuje nečekaně nízký

výskyt nemoci, může studium důvodů tohoto nízkého výskytu přispět k poznání etiologie nemoci.

- Na rozdíl od tradičního lékařského výzkumu neprobíhá epidemiologický výzkum v laboratoři nebo u lůžka pacienta, ale lidé jsou pozorováni, když přirozeně žijí ve svém přírodním a sociálním prostředí.
- Epidemiologický výzkum je interdisciplinární, zapojují se do něj lékaři různých specializací, ale také odborníci z oblasti demografie, sociologie, psychologie, statistiky, farmakologie a mnoha dalších oborů.

Teoretická východiska a definice epidemiologie

Epidemiologie vychází ze tří základních **předpokladů**:

1. Zdraví lidí je možné popisovat a měřit.
2. Nemoci se u lidí nevyskytují náhodně, ale jsou spojeny s příčinnými i protektivními faktory, které je možné identifikovat systematickým studiem populace (nebo jejich podskupin) v určitém místě a čase.
3. Zdraví lidí je ovlivnitelné, to znamená, že získané poznatky o zdraví a jeho determinantách lze využít při realizaci vhodných opatření ke zvládnutí zdravotních problémů.

Uvedené předpoklady jsou v různé míře zahrnuty i v mnoha existujících definicích epidemiologie, pro příklad si můžeme uvést jednu z těch častěji užívaných:

Epidemiologie je vědní obor, který se zabývá studiem rozložení a determinant stavů a událostí majících vztah ke zdraví v určených populačních skupinách, a využívá výsledků tohoto studia ke zvládnutí zdravotních problémů.

Pro lepší pochopení epidemiologie si můžeme jednotlivé pojmy použité v definici upřesnit.

Epidemiologie

- *studuje* = používá vědecké metody a postupy
- *rozložení* = vhodnými ukazateli popisuje a porovnává výskyt sledovaného jevu v závislosti na charakteristikách místa, času a osob
- *determinanty* = zjišťuje působení různých faktorů (přírodní a sociální prostředí, biologické faktory, chování vzhledem ke zdraví atd.) na zdraví

- *stavů a událostí majících vztah ke zdraví* = zdraví, nemoci, úmrtí, všechny faktory, okolnosti a podmínky zvyšující či snižující riziko nemoci
- *v určených populačních skupinách* = předmětem studia jsou populační skupiny definované místem, časem a charakteristikami osob
- *využívá výsledků tohoto studia ke zvládnutí zdravotních problémů* = navrhuje účinná opatření v oblasti medicíny, systému péče o zdraví, výchovy, legislativy, politiky atd.

V této definici je poukázáno na skutečnost, že zdravotní problémy by neměly být spojovány pouze s vysokou nemocností či úmrtností. Definice se zaměřuje více na zdraví a jeho determinanty než na nemoci a klade důraz na zvládnutí zdravotních problémů. Toto široké pojetí epidemiologie odpovídá současným přístupům v oblasti veřejného zdraví a jeho orientaci na podporu a ochranu zdraví, prevenci nemocí a zlepšování kvality života lidí ve společnosti.

Dělení epidemiologie podle metod

Podle používaných metod se epidemiologie často dělí na tři velké oblasti, na epidemiologii deskriptivní, analytickou a experimentální. V každé z těchto oblastí hledáme odpovědi na jednu ze tří základních otázek týkajících se zdraví lidí: Jaké je zdraví populace? Proč je takové? Jak lze zdraví lidí zlepšit?

Deskriptivní epidemiologie: Jaké je zdraví populace?

Deskriptivní epidemiologie zahrnuje postupy, které nám umožňují měřit, popisovat a hodnotit zdraví lidí. Pomocí vhodných ukazatelů můžeme kvantifikovat celkový výskyt nemocí v populaci nebo jejich rozložení v různých podskupinách. Na základě dobrého popisu lze např. identifikovat hlavní zdravotní problémy v populaci, určit rizikové skupiny, stanovit priority v oblasti péče o zdraví, ale i vytvářet hypotézy o příčinách a průběhu nemocí, které jsou dále prověřovány analytickými metodami.

Analytická epidemiologie: Proč je zdraví takové?

Pomocí dvou základních přístupů, prospektivního a retrospektivního, ověřuje a případně i produkuje nové hypotézy týkající nejruznějších determinant zdraví a nemoci. Poznání těchto determinant poskytuje příležitost pro vytváření účinných opatření pro zlepšení zdraví lidí.

Experimentální epidemiologie: Jak lze zdraví lidí zlepšit?

Testuje zdravotní účinek intervence založené na poznatcích zjištěných v předchozích dvou oblastech. Typickým příkladem používaných postupů jsou kontrolované terénní pokusy, popřípadě klinické randomizované experimenty.

Hranice mezi těmito třemi oblastmi ale nejsou pevně dané. Například dobře provedená deskriptivní studie může významně přispět k poznání mechanismu vzniku nemoci. Žádná analytická studie se neobejde bez výchozí popisné fáze. Při studiu nových problémů a málo známých onemocnění by se mělo vždy začínat deskriptivními studiemi a teprve na základě jejich výsledků a vytvořených hypotéz by se mělo přejít k využití analytických a případně, je-li to možné, i intervenčních metod výzkumu.

Použité zdroje:

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

2. RUTINNÍ STATISTIKY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ PRO HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍ SITUACE

Průběžné monitorování a hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva je základním předpokladem a východiskem pro jakékoli aktivity v oblasti péče o zdraví, včetně řízení zdravotnického systému. Je rovněž základním prvkem při hodnocení zdravotní situace, které je širším pojmem, protože kromě popisu samotného zdravotního stavu se věnuje i jeho nejvýznamnějším determinantám.

Při **hodnocení zdravotní situace** je popisovaný zdravotní stav doplněn o charakteristiky:

- životního stylu obyvatelstva,
- životního prostředí
- a systému péče o zdraví (vč. zdravotnictví).

Zdravotní situace každé populace je zásadně ovlivňována sociálními podmínkami, ve kterých žije, tj. životní úrovní, ekonomickým a politickým systémem, kulturou, demografickou situací, a které jsou souhrnně označovány jako **sociální determinanty zdraví**. Jejich zohlednění je proto nezbytnou součástí každého hodnocení zdravotní situace.

Pro hodnocení zdravotní situace můžeme používat dva základní zdroje dat, a to:

- rutinní statistiky
- a/nebo výsledky výběrových šetření.

V této části textu se zaměříme na rutinní statistiky a jejich využití v oblasti deskriptivní epidemiologie.

Základem každé rutinní statistiky jsou systematicky a pravidelně sbíraná data, která se čistí, uspořádávají a počítají se z nich statistické ukazatele. V České republice (ČR) je ústředním orgánem státní statistické služby [Český statistický úřad](#) (ČSÚ).

- Zajišťuje získávání a zpracování údajů pro statistické účely a poskytuje statistické informace o sociálním, ekonomickém, demografickém a ekologickém vývoji ČR státním orgánům, orgánům územní samosprávy, veřejnosti i nadnárodním organizacím, např.

Statistickému úřadu Evropské unie (Eurostat), Světové zdravotnické organizaci (WHO) či Organizaci spojených národů (OSN).

- Vytváří metodiku různých statistických zjišťování a koordinuje činnost dalších subjektů, zejm. ministerstev, v jejichž náplni je rovněž statistické zjišťování (tzv. rezortní statistika).
- Vytváří statistiky také z administrativních údajů, které jsou významným zdrojem informací.
- Zajišťuje vzájemnou srovnatelnost statistických informací ve vnitrostátním i mezinárodním měřítku a poskytuje oficiální údaje za ČR např. pro Eurostat.
- Jednou za 10 let provádí Sčítání lidu, domů a bytů.

Pro hodnocení zdravotní situace z hlediska životního stylu a životního prostředí (sociálního i přírodního), lze využívat různé odvětvové statistiky vypovídající např. o sociodemografických charakteristikách obyvatelstva (pohlaví, věk, vzdělání, ekonomická aktivita), o spotřebě zboží (alkohol, cigarety, uzenyiny, ovoce, zelenina), o kvalitě přírodního životního prostředí (znečištění ovzduší, hluk, čistota vody), o sociálním prostředí (kriminalita, nezaměstnanost, příjmová nerovnost, infrastruktura) apod. Chceme-li hodnotit v rámci zdravotní situace zdravotní stav obyvatelstva a zdravotnický systém, využíváme zejména rezortní zdravotnickou statistiku.

Rutinní zdravotnická statistika

Vedení rezortní zdravotnické statistiky má v ČR na starosti [Ústav zdravotnických informací a statistiky \(ÚZIS\)](#), zřizovaný ministerstvem zdravotnictví. Ten je pověřen vedením a správou **Národního zdravotnického informačního systému (NZIS)**, což je velmi rozsáhlý a komplexní informační systém, tvořený [mnoha dílčími registry a informačními systémy](#), ve kterých jsou shromažďována, zpracovávána, analyzována a publikována zdravotnická data, která mají velmi široké využití. Slouží například pro:

- vytváření statistik populačního zdraví a zdravotnických služeb,
- realizace a zpracování výběrových šetření o potřebě a spotřebě zdravotnických služeb,
- tvorbu ukazatelů kvality a efektivity poskytovaných zdravotnických služeb,
- poskytování informací o přínosech a možnostech včasné diagnostiky a léčby,
- tvorbu podkladů pro optimalizaci systému úhrad zdravotnických služeb,
- přípravu podkladů pro návrh, realizaci a vyhodnocování preventivních zdravotnických programů,
- potřeby vědy a výzkumu v oblasti zdravotnictví,

- statistické další účely, včetně poskytování informací pro mezinárodní instituce.

Data, která jsou v NZIS shromažďována, můžeme pro zjednodušení a lepší přehlednost rozdělit do pěti základních informačních okruhů:

1. Obyvatelstvo a jeho charakteristiky

Jsou zde základní demografické údaje o obyvatelstvu (stav obyvatelstva, jeho prostorové rozložení a struktura z hlediska pohlaví a věku) a základních demografických událostech a procesech (narození, zemřelí, potraty), které jsou důležité pro hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva a pro řízení celého systému péče o zdraví.

2. Zdravotní stav obyvatelstva

Sem spadají data z registrů a informačních systémů o jednotlivých onemocněních a stavech, vč. úmrtí a příčin smrti. Těchto registrů je mnoho, proto jen pro příklad můžeme uvést Národní onkologický registr, Národní registr hospitalizovaných, Národní registr hrazených zdravotních služeb, Národní registr reprodukčního zdraví – Vrozené vady, Národní registr nemocí z povolání, Registr tuberkulózy, Registr pohlavních nemocí nebo také Informační systém infekční nemoci.

3. Pracovníci ve zdravotnictví

Důležité informace o lékařských a nelékařských zdravotnických pracovnících, jejich počtu, struktuře z hlediska věku, pohlaví, odbornosti, výše úvazků, místa působení apod. poskytuje zejména Národní registr zdravotnických pracovníků a Národní registr poskytovatelů zdravotních služeb.

4. Síť a činnost zdravotnických zařízení

Data o zdravotnických zařízeních jsou vkládána do Národního registru poskytovatelů zdravotních služeb. Registr obsahuje informace o poskytovatelích zdravotních služeb a o provozovaných zdravotnických zařízeních (zřizovatel, místo působení, zaměstnanci, platy, přístrojové vybavení apod.). Další informace, např. o struktuře a objemu poskytnutých služeb, přináší Národní registr hrazených zdravotních služeb.

5. Ekonomické informace

Jsou zde kombinovány informace z několika zdrojů, např. z Národního registru hrazených zdravotních služeb, od zdravotních pojišťoven, z ministerstva financí či Státního ústavu pro kontrolu léčiv. Je tak zajištěn přehled o celkových nákladech na zdravotnictví, ale i podrobnější informace o spotřebě a nákladovost jednotlivých druhů a forem zdravotní péče.

Z hlediska popisu a hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva jsou pro nás nyní nejdůležitější první dva okruhy informací. Demografické údaje o obyvatelstvu jsou pro obor veřejné zdraví zásadní, a proto je jim věnována celé následující kapitola. V této současné kapitole se teď podíváme podrobněji na druhý okruh informací, tj. na statistiku zdravotního stavu obyvatelstva.

Publikace údajů z rutinní zdravotnické statistiky

ÚZIS má povinnost zdravotnická data nejen sbírat, ale také publikovat. Samozřejmě nelze publikovat všechny sbírané údaje. Pravidelně jsou zveřejňovány základní ukazatele z jednotlivých okruhů rutinní zdravotnické statistiky, a to v následujících podobách:

Zdravotnická ročenka ČR

Je souhrnná publikace, která obsahuje výběr základních údajů ze všech pěti výše uvedených tematických okruhů rutinní zdravotnické statistiky, a navíc uvádí i regionální a mezinárodní srovnání. Vychází každoročně od roku 1957, nyní již [jen v elektronické podobě \(publikace ve formátu PDF\)](#) a je volně dostupná na webových stránkách ÚZIS. Od roku 2006 vycházejí také ročenky pro jednotlivé kraje ČR.

Zdravotnická statistika

[Tematicky zaměřené publikace](#) z dílčích registrů a informačních systémů (např.: Zemřelí, Narození a zemřelí do 1 roku, Péče o nemocné cukrovkou, Potraty, Infekční nemoci, Hospitalizovaní).

Některé registry zahrnuté v rámci NZIS publikují svá data na přehledných portálech umožňujících jednoduchý výběr ukazatelů i formy jejich prezentace – např. webový portál Onkologického registru www.svod.cz.

Regionální zpravodajství NZIS: [Portál zdravotnických ukazatelů](#)

Jde o interaktivní nástroj (zatím v pilotní verzi) pro prezentaci statistických údajů, který je volně dostupný a umožňuje zájemcům podle zadaných parametrů vybrat základní zdravotnické ukazatele za regiony ČR v časové řadě od roku 1994. Data lze zobrazovat v tabulkách a grafech.

Národní zdravotnický informační portál (NZIP): [Datové zpravodajství](#)

Jde o informační servis vycházející z dat vybraných registrů Národního zdravotnického informačního systému (NZIS). Datové soubory jsou volně poskytovány v různých formátech (datové souhrny, analytické studie, ročenky, otevřená data atd.) a vždy vznikají ve spolupráci s odbornými společnostmi. Základním cílem je zpřístupnit data, která vypovídají o situaci v jednotlivých zdravotních oblastech, jako jsou například onkologie, kardiologie, reprodukční zdraví a další.

Mnoho jiných, nepublikovaných dat, příp. publikovaných, ale třeba v jiném členění, je možné při splnění zákonných podmínek získat od ÚZIS na základě poslané žádosti.

Mezinárodní databáze

Uživatelsky zatím mnohem přívětivější nástroje nabízejí mezinárodní databáze. Pokud uživatelí stačí údaje za ČR jako celek, může pracovat s daty např. z databází [WHO](#), [Eurostatu](#), [Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj](#) (OECD), [Světové banky](#) (WB) či [OSN](#). Navíc má hned k dispozici data k širokému mezinárodnímu srovnání.

Příkladem hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva na základě rutinních statistik je např. podkladová studie pro tvorbu Strategického rámce rozvoje péče o zdraví v České republice do roku 2030, zkráceně „Zdraví 2030“. Její název zní [Zdravotní stav obyvatelstva: Vybraná chronická neinfekční onemocnění](#) a je dostupná na stránkách ministerstva zdravotnictví. Zdravotní situaci svých členských zemí sledují a srovnávají také nadnárodní organizace. Zajímavý pohled přináší třeba společná publikace OECD a Evropské unie (EU): [State of Health in the EU](#), složená z aktuálních zdravotních profilů jednotlivých zemí.

Úkoly na doplnění a procvičení tématu rutinní statistiky

1. Prohlédněte si webové stránky ÚZIS, abyste si udělali představu o tom, čím vším se toto pracoviště zabývá, a o tom, co publikuje.

2. Otevřete si databázi WHO Indicator Explorer (<https://gateway.euro.who.int/en/hfa-explorer/>) a zkuste si vytvořit kartogram informující o prevalenci diabetu u dospělých v jednotlivých evropských zemích.
3. Podívejte se online na publikaci OECD nazvanou *Health in Glance* a prohlédněte si kapitoly *Health status* a *Risk factors for health*, abyste si udělali obrázek, jak je na tom v těchto oblastech ČR ve srovnání s ostatními zeměmi OECD.

Použité zdroje

Český statistický úřad. Český statistický úřad. Accessed August 5, 2023. <https://www.czso.cz/>

Dušek L, Mužík J, Kubásek M, Koptíková J, Žaloudík J, Vyzula R. Epidemiologie zhoubných nádorů v České republice [online]. Masarykova univerzita, 2005. Accessed August 16, 2023. <https://www.svod.cz/>

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Datové zpravodajství (Data, grafy a vizualizace) NZIP. Accessed August 5, 2023. <https://www.nzip.cz/modul/datove-zpravodajstvi>

OECD iLibrary. State of Health in the EU. Country Health Profiles. Accessed January 10, 2024. https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/state-of-health-in-the-eu_25227041

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Ústav zdravotnických informací a statistiky. Accessed November 3, 2023. <http://www.uzis.cz>

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Zdraví 2030: Zdravotní stav obyvatelstva. Vybraná chronická neinfekční onemocnění. Praha, 2019. Accessed September 5, 2023. <https://zdravi2030.mzcr.cz/zdravi-2030-analyticka-studie-stav-obyvatelstva.pdf>.

3. DEMOGRAFICKÉ ÚDAJE O OBYVATELSTVU

Zabýváme-li se zdravím populace a péčí o její zdraví, je důležité vědět, jaká tato populace je, tzn. jak je velká, jaké má složení, jak je prostorově rozmístěna i jak se bude demograficky vyvíjet v blízké i vzdálenější budoucnosti. Znalosti o populaci jsou zásadní jak pro popis a analýzu zdravotního stavu, tak pro řízení a organizaci systému péče o zdraví.

Demografie, zdraví a péče o zdraví

Demografické údaje jsou v epidemiologii nezbytné např. pro výpočet relativních ukazatelů zdravotního stavu, kdy výskyt případů nemoci či úmrtí vztahujeme k velikosti populace nebo vymezené populační skupiny. Informace o prostorovém rozmístění populace jsou důležité z hlediska zajišťování geografické a časové dostupnosti zdravotnických služeb. Demografické charakteristiky lidí, jako jsou věk, pohlaví, vzdělání, místo bydliště, ekonomická aktivita, rodinný stav, etnická příslušnost atd., patří mezi nejvýznamnější determinanty zdraví. Velikost populace a její složení z hlediska uvedených demografických charakteristik spoluurčují charakter i objem zdravotních potřeb obyvatelstva, jejichž uspokojování je základním posláním systému péče o zdraví.

Demografové mají k dispozici uvedené údaje o populaci, neboť si je sbírají, aby sami mohli studovat předmět svého zájmu, jímž je neustálá přirozená obnova lidských populací, k níž dochází v důsledku procesů rození a vymírání. Demografie je tedy **vědní obor, který se zabývá studiem reprodukce lidských populací a podmíněnostmi tohoto procesu.**

Přirozená obnova populace se označuje také jako **přirozená měna nebo též přirozený pohyb obyvatelstva**. Demografie usiluje o poznávání charakteristik, podmínek a determinant přirozené měny a hledá jak obecné zákonitosti populační reprodukce, tak i její specifika u jednotlivých populací. Protože přirozená měna je široce podmíněna sociálními podmínkami (životní úroveň, kultura, hodnoty, způsob obživy, religiozita, epidemiologická transformace, demografické stárnutí apod.), je demografie ve své podstatě vědou biosociální.

Demografická statistika

Demografická data zpracovává demografická statistika. Poskytuje číselné údaje o obyvatelstvu a procesech, které v něm probíhají. Vedení demografické statistiky má v ČR na starosti Český statistický úřad. Na jeho webových stránkách, v různých elektronických publikacích

a databázích, ale i v mnoha jiných formátech, je k volnému použití veliké množství demografických dat o české populaci a jejích podskupinách. Tvorba demografické statistiky je založena na sledování tzv. demografických událostí.

Demografické události jsou takové události v našich životech, které utvářejí průběh demografické reprodukce. Nejvýznamnějšími událostmi jsou z tohoto hlediska **narození** a **úmrť** (příp. **potraty**, které lze chápat jako zvláštní druh úmrtí). Sledují se ale i další události, neboť reprodukci, byť zprostředkovaně, ovlivňují. Demografickými událostmi jsou tedy i **sňatky, rozvody, ovdovění, nemoci či stěhování**. Jejich evidence je v ČR založena na povinných hlášeních o jednotlivých událostech, která zajišťují pověřená pracoviště, jako jsou obecní a městské úřady, zdravotnická zařízení, okresní soudy, ohlašovny pobytu a úřadovny cizinecké policie. Demografické události nejsou studovány jako individuální události v životě jedince, ale jako hromadné události v podobě tzv. demografických procesů.

Demografické procesy vyjadřují **intenzitu výskytu sledovaných událostí** v populaci. Každý demografický proces je tvořen hromadným výskytem určitých demografických událostí, tzn. porodnost informuje o intenzitě přibývání lidí do populace narozením, úmrtnost o intenzitě vymírání populace, migrace o intenzitě stěhování, sňatečnost o intenzitě uzavírání sňatků atd.

Demografická statistiku dělíme na demografickou statiku a demografickou dynamiku. **Demografická statika** zahrnuje informace o **populační základně**, tj. o velikosti, územním rozložení a o struktuře populace. **Demografická dynamika** obsahuje data o **populačních procesech**. Obě oblasti demografické statistiky jsou samozřejmě úzce propojeny. Velikost a složení populace ovlivňuje, v jaké míře a jakým způsobem u ní probíhají demografické procesy jako porodnost, úmrtnost, migrace, sňatečnost či rozvodovost. To, v jaké intenzitě a jakým způsobem tyto procesy probíhají, zase zpětně ovlivňuje velikost a složení obyvatelstva.

Zdroje demografických dat

Údaje o obyvatelstvu jsou získávány z různých zdrojů. K těm základním patří sčítání lidu, evidence přirozené měny, evidenci migrací, populační registry, výběrová šetření, ale třeba i historické prameny, které se vztahují k demografické reprodukci nebo ke zjišťování počtu obyvatelstva.

Sčítání lidu (populační census)

Jde o *základní zdroj demografických dat*, patří k nejdůležitějším statistickým šetřením, neboť zjišťuje údaje o stavu obyvatelstva k určitému okamžiku na celém území státu. Sčítání zahrnuje jak sběr dat, tak jejich čištění, uspořádání, zhodnocení, analýzu a samozřejmě i publikování vybraných demografických, ekonomických a sociálních údajů. V ČR stejně jako ve většině ostatních zemí probíhá jednou za 10 let. Díky tomu výsledky umožňují srovnání současného stavu naší země jak s minulostí, tak i s jinými zeměmi.

Evidence přirozené měny

Přirozená měna probíhá výhradně procesem rození a procesem vymírání, což jsou dvě základní složky demografické reprodukce. V širším pohledu se do přirozené měny zahrnuje také sňatečnost, rozvodovost, nemocnost a potratovost. Pro evidenci přirozené měny je zřízena soustava *matričních knih*, ve kterých jsou vedena všechna narození, sňatky a úmrtí. Rozvody jsou evidovány u okresních soudů, informace o potratech jsou přebírány ze zdravotnické statistiky.

Evidence migrací

Evidence migrací poskytuje informace o změnách v rozmístění obyvatelstva, přičemž rozlišujeme migraci vnitřní a zahraniční. *Vnitřní migrace* je spojená se změnou trvalého bydliště za hranice určité administrativní jednotky, nejčastěji obce, a její evidence je založena na povinném hlášení k trvalému pobytu. Přechodné pobyty se u nás statisticky neevidují. *Zahraniční migrace* se týká stěhování přes státní hranice. Zjišťuje se opět prostřednictvím povinného hlášení k trvalému pobytu, a navíc také využíváním dat z evidence cizinců.

Registry obyvatel

Zajišťují kontinuální sběr informací o jednotlivcích žijících na území daného státu. Obvykle vycházejí z dat ze sčítání lidu a sledované znaky jsou aktualizovány na základě evidence přirozené měny obyvatelstva. V ČR máme zřízen *Informační systém evidence obyvatel (ISEO)*.

Výběrová šetření

Demografická data jsou v nich na rozdíl od censu zjišťována jen u *reprezentativního vzorku* populace. Kvalitní výběrové šetření umožňuje získané údaje přepočítat na celou populaci. Mezi největší výběrová šetření realizovaná v České republice, která poskytují relevantní demografická data, patří v současnosti [Šetření o příjmech a životních podmínkách domácností \(EU-SILC\)](#) a [Výběrové šetření pracovních sil \(VŠPS\)](#).

Historické prameny

Demografické informace o historických populacích je možné zjišťovat z různých vhodných historických záznamů, jako jsou např. soupisy majetku za určité územní celky, soupisy měšťanů, berní knihy, sirotčí knihy či farní matriky.

Populační základna

V demografii se setkáváme se dvěma důležitými pojmy, a to populace a obyvatelstvo. I když se s nimi často pracuje jako se synonymy, znamenají trochu něco jiného. **Populace** je v demografii chápána jako soubor lidí žijících na určitém území, mezi kterými probíhá reprodukce. **Obyvatelstvo** představuje soubor lidí (obyvatel), žijících na určitém území, který se ale může skládat z různých populací (např. romská a většinová populace v ČR). Nebo může dojít k tomu, že jedna populace je státními hranicemi součástí obyvatelstva různých států (např. Kurdové žijí na území Turecka, Íránu, Iráku a Sýrie).

V demografické statistice je základním pojmem obyvatelstvo. Jedním z důvodů je prostý fakt, že o obyvatelstvu máme obvykle dostatek potřebných informací, na rozdíl od dílčích populací, z nich se může skládat. Populační základnou se tedy v demografii rozumí všechno obyvatelstvo určitého území. Populační základnu popisujeme a hodnotíme údaji o počtu obyvatel, jejich prostorovém rozmístění a struktuře.

Počet obyvatel

Počet obyvatel udávaný k určitému okamžiku se označuje jako **stav obyvatelstva** a patří mezi základní demografické údaje. Zjišťuje se na základě výsledků sčítání lidu a v období mezi sčítáními pak prováděním každoroční bilance demografických událostí, kdy k výchozímu počtu obyvatel přičítáme živě narozené a přistěhovalé a odečítáme od něj zemřelé a vystěhovalé. Stav obyvatelstva je vždy specifikován rozhodným časovým okamžikem a územím (stát, kraj, okres). Je možné ho udávat také podle pohlaví, věku či rodinného stavu osob. Obvykle se udávají tři stavy obyvatelstva v průběhu kalendářního roku, a to:

- **Počáteční stav** – je to počet obyvatel daného území k počátku kalendářního roku, tedy k 1. lednu, resp. o půlnoci mezi 31. prosincem předchozího roku a 1. lednem sledovaného roku. Počáteční stav obyvatelstva je většinou totožný s koncovým stavem obyvatelstva

předchozího období, ale neplatí to vždy. Od 1. ledna bývají např. uváděny v platnost územní reorganizace, kterými se změní území a tím i počet obyvatel obce, okresu nebo kraje. Zvláštní situace nastává jednou za 10 let, vždy při aplikaci výsledků sčítání lidu. Např. definitivní údaje o počtu obyvatel k 1. lednu 2021 byly dopočítány zpětnou bilancí po vydání definitivních výsledků ze sčítání lidu 2021. Stav obyvatelstva k 1. lednu 2021 měl hodnotu 10 494 836 a výrazně se tak lišil od údaje o počtu obyvatel k 31. prosinci 2020, jehož hodnota byla 10 701 777, vycházející ještě z bilance na předchozí sčítání v roce 2011.

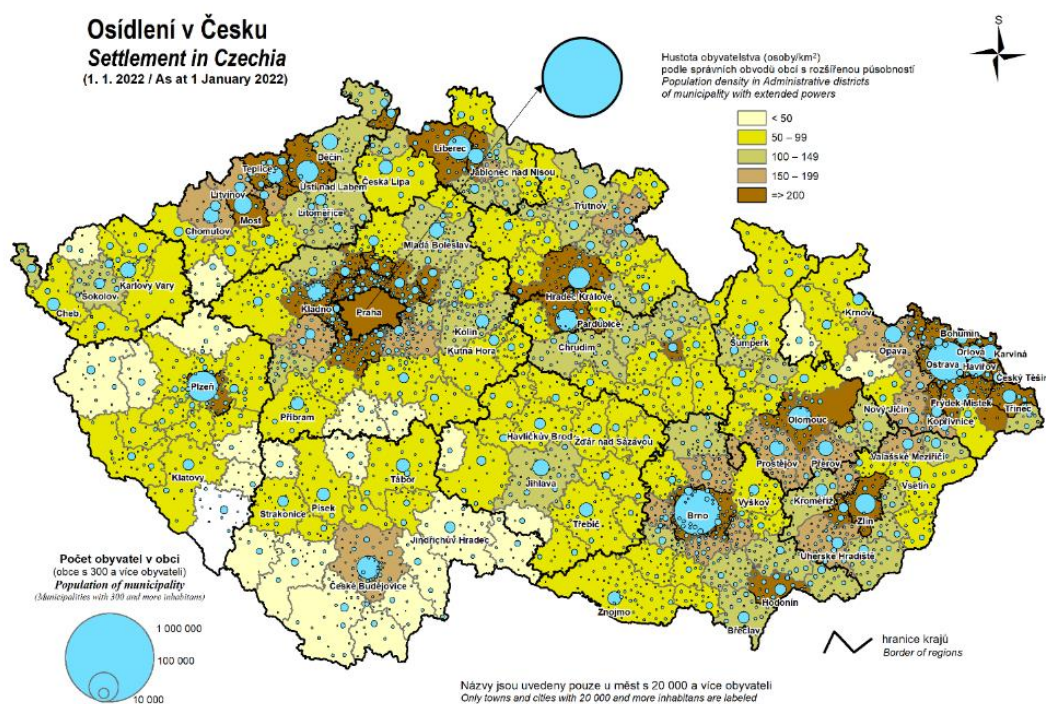
- **Střední stav** – jako střední stav obyvatelstva se označuje počet obyvatel daného území o půlnoci z 30. 6. na 1. 7. sledovaného roku, který vychází z bilance pohybu obyvatel daného území od počátku roku do konce června. Při výpočtu intenzitních ukazatelů se používá údaj střední stav jako odhad průměrného počtu obyvatel žijících v daném kalendářním roce, resp. **osoboroků** sledování (více o osoborocích v kapitole 6).
- **Koncový stav** – je dán počtem obyvatel daného území v okamžiku, kterým končí kalendářní rok, tedy o půlnoci 31. prosince.

Rozmístění obyvatelstva

Jednou ze základních charakteristik území, která umožňuje prostorové a časové srovnávání rozmístění obyvatelstva, je hustota zalidnění. Mapa na obrázku 1 dobře ilustruje rozdíly v hustotě osídlení jednotlivých oblastí ČR. Např. kraj s největší hustotou obyvatelstva, kterým je Hlavní město Praha, má hustotu zalidnění kolem 2 500 obyvatel na 1 km², nejméně osídlený Jihočeský dosahuje hustoty zalidnění přibližně 60 obyvatel na 1 km². Rozmístění obyvatelstva se v čase mění, v posledních desetiletích však spíše jen pomalu a mírně, zejména ve srovnání s poměrně rozsáhlými přesuny obyvatelstva v důsledku poválečného odsunu německého obyvatelstva z pohraničí a jeho znovuosídlování, či se stěhováním většího počtu pracovních sil do hornických a průmyslových oblastí v 50. a 60. letech 20. století.

V současnosti zažívají příliv nových obyvatel zejména obce kolem větších měst, ty v odlehlejších oblastech se naopak stávají ekonomickou periferií. V důsledku vnitřní migrace se mění počet obyvatel v regionech. Lidé se stěhují zejména za lepším výdělkem. Výrazně se snižuje počet obyvatel zejména v Ústeckém, Karlovarském a Moravskoslezském kraji. Na změny v rozmístění obyvatelstva má vliv i stěhování ze zahraničí, což se projevuje v nárůstu obyvatelstva Prahy či např. Plzeňského kraje.

Obrázek 1: Osídlení v České republice



Zdroj: Osídlení v České republice. Český statistický úřad; 2023. Accessed January 27 2024. <https://www.czso.cz/csu/czso/osidleni-v-ceske-republice>

Struktura obyvatelstva

Strukturu obyvatelstva můžeme sledovat z hlediska velkého množství znaků, které lze rozdělit na znaky:

- **biologické** (pohlaví, věk, zdravotní stav),
- **sociálně-právní** (rodinný stav),
- **socio-ekonomické** (ekonomická aktivita, povolání, příjem ad.)
- **a socio-kulturní** (např. vzdělání, religiozita, etnická příslušnost).

Struktura obyvatelstva podle pohlaví a věku

Mezi charakteristiky osob, které jsou zásadní pro analýzu zdravotního stavu populace, patří **věk a pohlaví**. Výskyt většiny nemocí souvisí s věkem v tom smyslu, že s rostoucím věkem roste také riziko onemocnění, např. ischemická choroba srdeční nebo diabetes mellitus II. typu. Pak

známe nemoci, které se typicky vážou na určitou věkovou kategorii, např. dětské nemoci jako příušnice či černý kašel. Výskyt některých nemocí je vázán ale také na pohlaví, např. rakovina prsu, kdy až 99 % případů onemocnění se vyskytuje u žen a pouze 1 % u mužů. Naopak je tomu u nemoci AIDS, která má častější výskyt u mužů než u žen. Rozdíly v nemocnosti mužů a žen mohou mít biologické příčiny (např. hormonální rozdíly), často ale mají sociální původ (jsou zprostředkovány např. rozdílným vystavením rizikovým faktorům v oblasti životního stylu, sexuálního chování nebo povolání), takové rozdíly pak označujeme jako genderové (vázané na sociální role a postavení mužů a že ve společnosti).

Poměr počtu mužů a žen v konkrétním obyvatelstvu je vždy výsledkem vzájemného působení mnoha biologických a sociálních faktorů, přičemž za nejvýznamnější jsou považovány: poměr pohlaví při narození, rozdíly v úmrtnosti mezi muži a ženami v různých věkových kategoriích a intenzita migrace.

V demografické statistice se struktura podle pohlaví vyjadřuje buď ukazatelem maskulinity (jde o podíl mužů v populaci), nebo častěji *indexem maskulinity*, který udává, jaký počet mužů připadá na 100 žen.

V obyvatelstvu ČR jako celku dlouhodobě mírně převažují ženy, v posledních letech se index maskulinity pohybuje kolem hodnoty 97 mužů na 100 žen. Protože se ve všech populacích rodí více chlapců, mívá index maskulinity nejvyšší hodnotu při narození, a to v dlouhodobě stálém poměru 105–106 chlapců na 100 děvčat. V českém obyvatelstvu s rostoucím věkem hodnota indexu postupně klesá, a to zejména z důvodu vyšší úmrtnosti mužů (hovoříme o tzv. **nadúmrtnosti mužů**). Převaha mužů trvá zhruba do 58. roku věku. Okolo tohoto věku se poměr mužů a žen vyrovnává a následně pak dochází k dalšímu poměrně rychlému poklesu počtu mužů, což vede k převaze žen. Ve věku 65 a více let je hodnota indexu maskulinity asi 68 mužů na 100 žen a ve věku 95 a více let 27 mužů na 100 žen.

Věková struktura je jednou ze základních charakteristik populace, která významně předurčuje budoucí demografický vývoj. Věk sám o sobě je významnou determinantou zdravotního stavu každého člověka, věková struktura pak souvisí s celkovým zdravím populace. Sledujeme ji často jako početní či poměrné zastoupení tří hlavních věkových skupin v populaci, rozlišených podle reprodukce nebo podle ekonomické aktivity.

Dělení z hlediska reprodukce:

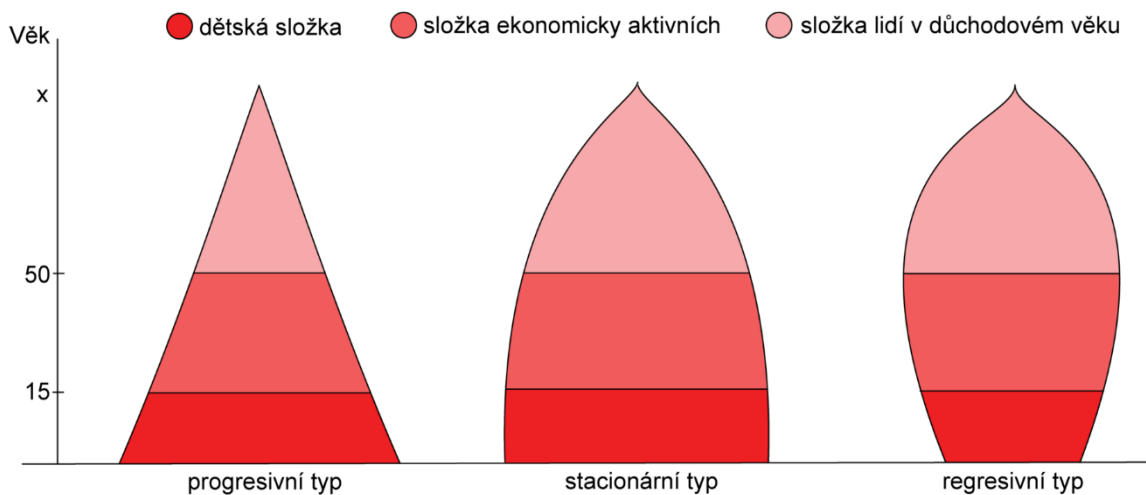
- Děti 0–14 let,
- Reprodukční věk 15–49 let
- Postreprodukční věk 50 a více let

Dělení z hlediska ekonomické aktivity:

- Předproduktivní věk, děti 0–14 let (v EU 0–19)
- Ekonomicky produktivní věk 15–65 (v EU 20–65)
- Postproduktivní věk 65 a více let

Pro grafické znázornění věkové struktury a pro popis změn, ke kterým v ní dochází, se používají tzv. věkové pyramidy. **Věková pyramida** je vlastně dvojitý histogram – jedna část znázorňuje věkové složení mužů, druhá věkové složení žen. Na ose svislé máme jednoleté věkové skupiny (nebo pětileté či desetileté), na ose vodorovné jsou údaje o počtu (příp. podílu) lidí v těchto věkových skupinách. S proměnou věkové struktury se mění tvar pyramidy.

Obrázek 2: Tři základní tvary pyramid – progresivní, stacionární a regresivní.



Autor: Zrsch3 – File:Typy vekovych_pyramid.png. Accessed August 20 2023. Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8398114>.

Progresivnímu typu věkové struktury odpovídá pyramida se širokou základnou, tj. s velkým podílem dětí a s nízkým zastoupením nejstarších lidí. Jde o tzv. mladou populaci, pro kterou je charakteristická vysoká porodnost, ale také vyšší úmrtnost provázená krátkou střední délkou života.

Ve **stacionární věkové struktuře** je vyrovnanější zastoupení dětské populace a lidí v reprodukčním věku a také je zde už vyšší podíl seniorů. Plodnost v této populaci se pohybuje na hranici záchovné úrovně (tj. v průměru připadá 2,1 dítěte na 1 ženu v reprodukčním věku), kdy počet narozených dětí odpovídá počtu zemřelých.

Populacím s velmi nízkou porodností a nízkou úmrtností odpovídá **regresivní typ** věkové pyramidy. Úmrtnost je zde stlačena do vysokého věku. Stále větší část lidí se dožívá vysokého věku, což se projevuje dlouhou střední délkou života. Porodnost je tak nízká, že narozené děti nestíhají početně nahradit zemřelé a tyto populace pak nejen stárnou, ale také postupně vymírají.

Věková struktura téměř všech současných populací se mění tak, že se postupně posouvají do regresivního typu věkové struktury, a to v důsledku tzv. **demografického stárnutí obyvatelstva**. Tímto pojmem se označují změny, ke kterým dochází ve věkovém složení populace, a to jednak prodlužováním střední délky života v důsledku snižování úmrtnosti a jednak snižováním porodnosti. Stárnutí obyvatelstva pak můžeme rozlišit na absolutní a relativní.

Absolutní stárnutí je přirozený populační proces, kdy se v důsledku snižování úmrtnosti prodlužuje střední délky života a stále větší počet obyvatel se dožívá vysokého věku. Staršího obyvatelstva tak v absolutním počtu přibývá.

K **relativnímu stárnutí** dochází v důsledku úbytku dětí a lidí ve středním věku, čímž se zvyšuje relativní zastoupení obyvatel v seniorském věku, a to mnohem rychleji, než by odpovídalo jeho absolutnímu růstu. Současné populace stárnou absolutně i relativně. Relativní stárnutí je ale významnější, protože pokles úmrtnosti má menší váhu než snižování porodnosti, které je nejdůležitější demografickou hnací silou stárnutí populací.

Populační procesy

Vzhledem k omezenému rozsahu se podíváme podrobněji pouze na ty procesy demografické reprodukce, kterým se při studiu zdravotního stavu věnuje největší pozornost a jež současně charakterizují přirozenou měnu obyvatelstva.

Porodnost a potratovost

Těhotenství může skončit pouze dvojitým způsobem, porodem nebo potratem. Úroveň porodnosti v populaci je dána plodivostí, tj. schopností muže a ženy rodit děti, jejich reprodukčním chováním (jako je např. plánované rodičovství), ale také populační politikou státu, ekonomickou situací a systémem hodnot ve společnosti, tedy celkovým *populačním klimatem*.

Porodnost

Při sledování porodnosti se podle známek života rozlišují děti živě narozené a mrtvě narozené, rozlišují se také podle rodinného stavu matky (na manželské a nemanželské), podle pořadí (děti prvního pořadí, druhého pořadí atd.).

- Nejjednodušším ukazatelem porodnosti je **hrubá míra celkové porodnosti**, která se počítá jako poměr *všech narozených* dětí a středního stavu obyvatelstva v kalendářním roce. Vyjadřuje se jako počet živě narozených připadajících na 1000 obyvatel středního stavu.
- Častěji se pracuje s **hrubou mírou porodnosti**, s tzv. **živorodností**, při jejímž výpočtu se na rozdíl od předchozího ukazatele počítá pouze s *živě narozenými* dětmi.
- Dalším ukazatelem je **obecná míra plodnosti**, která uvádí počet živě narozených dětí na 1000 žen v reprodukčním (fertilním) věku.
- Protože rození dětí souvisí s věkem, počítají se a porovnávají také věkově specifické míry plodnosti.
- Často používaným ukazatelem zejména v mezinárodních srovnáních je **úhrnná plodnost**. Udává průměrný počet dětí, které by se narodily jedné ženě v průběhu jejího celého fertlního období, kdyby intenzita plodnosti ve sledované populaci zůstala dlouhodobě stejná jako v roce, pro který je ukazatel počítán. Jeho hodnota 2,1 zajišťuje prostou reprodukci populace, kdy narozené děti početně právě nahrazují zemřelé. Pokud je hodnota ukazatele dlouhodobě nižší, dochází ke snížení stavu obyvatelstva, pokud je dlouhodobě vyšší, stav obyvatelstva se zvyšuje.
- O mrtvě narozených dětech vypovídá např. **mrtvorozenost**, ukazatel, jenž informuje o podílu mrtvě narozených dětí z celkového počtu narozených v určeném kalendářním roce.

Potratovost

Porodnost sleduje těhotenství ukončená potratem, tj. vynětím nebo vypuzením plodu v době od koncepcie do doby, než je plod podle platných definic považován za dítě. Úzce souvisí jak

s porodností, resp. mrtvorozeností, tak s úmrtností. V úrovni potratovosti se odráží populační klima společnosti, ale třeba i způsoby omezování plodnosti a šíření moderní antikoncepce.

- **Hrubá míra potratovosti** je dána poměrem mezi počtem potratů a středním stavem obyvatelstva a udává počet potratů na 1000 obyvatel středního stavu.
- **Obecná míra potratovosti** dává počet potratů do poměru s počtem žen ve fertilním věku.
- Využívá se také **index potratovosti**, který dává do poměru počet potratů a počet porodů v kalendářním roce. Vypovídá o tom, kolik potratů připadá na 100, příp. 1000 porodů.

Úmrtnost

Úmrtnost je základním demografickým procesem. Ukazatele úmrtnosti jsou ukazateli demografickými, ale současně jsou zcela zásadní pro studium zdravotního stavu populace. Zdravotní stav zajímá demografy jakožto základní biologická charakteristika ovlivňující proces reprodukce. Lékaři a odborníci ze sociomedicínských oborů využívají poznatky o populačním zdraví a jeho vývoji k zavádění opatření a postupů pro zlepšení zdraví lidí jak v populační, tak v individuální rovině. Je zde na místě upozornit, že úmrtnost je ale pouze nepřímým ukazatelem zdraví. Kromě samotného zdravotního stavu se v ní totiž odráží také životní úroveň či kvalita a dostupnost zdravotní péče. Všechny ukazatele zde uvedené jsou tedy základem statistiky demografické i statistiky zdravotního stavu populace. Protože úmrtnost vykazuje silnou souvislost s pohlavím a věkem, počítají se často ukazatele úmrtnosti zvlášť pro muže a pro ženy a také je potřeba vždy zvážit věkově standardizovanými úmrtnostmi.

- Intenzitě vymírání populace vypovídá ukazatel **hrubá míra úmrtnosti**. Informuje o počtu zemřelých na 1000 obyvatel středního stavu v daném kalendářním roce. Do hodnoty hrubé míry úmrtnosti se výrazně promítá věkové složení populace, proto je žádoucí při porovnávání tohoto ukazatele mezi různými populacemi zvážit použití věkově standardizované úmrtnosti.
- Rozdílnou intenzitu umírání v závislosti na věku lze sledovat pomocí **specifických úmrtností podle věku**. Vychází se z postupu pro výpočet hrubé úmrtnosti, ale pracuje se s počtem zemřelých i velikostí obyvatelstva středního stavu pouze pro konkrétní věk nebo věkovou skupinu. Specifické úmrtnosti vypočítané pro stejně velké věkové skupiny lze mezi sebou přímo srovnávat.

- Důležitou skupinu tvoří ukazatele úmrtnosti kolem porodu. Poskytují informace o riziku úmrtí matek a dětí v období těhotenství, při porodu a krátce po něm. Úmrtí matek vyjadřuje ukazatel **mateřská úmrtnost**, což je počet žen zemřelých v souvislosti s těhotenstvím, porodem a šestinedělím na 1000 živě narozených dětí.
- Úmrtnosti dětí do 1 roku jsou vyjádřeny počtem dětí zemřelých v daném věku (ve dnech) připadajících na 1 000 *živě narozených*. Toto podrobné dělení má význam zejména z hlediska zjišťování příčin smrti. Patří sem např.:
 - úmrtnost do 1 dne: tj. ve věku 0 dnů (24 hodin),
 - poporodní úmrtnost: do 3 dnů, tj. ve věku 0–2 ukončených dnů
 - časná novorozenecká úmrtnost: do 7 dnů, tj. 0–6 ukončených dnů,
 - perinatální úmrtnost: součet mrtvě narozených dětí a dětí zemřelých do 7 dnů života¹
 - pozdní novorozenecká úmrtnost: od 8 dnů do 28 dnů, tj. 7–27 ukončených dnů,
 - **novorozenecká úmrtnost**: do 28 dnů, tj. 0–27 ukončených dnů,
 - **ponovorozenecká úmrtnost**: od 29 dnů do 1 roku, tj. 28–364 ukončených dnů,
 - **kojenecká úmrtnost**: do 1 roku (součet novorozenecké a ponovorozenecké úmrtnosti), tj. 0–364 ukončených dnů.
- **Střední délka života** (*též naděje dožití*) patří k tzv. souhrnným ukazatelům zdravotního stavu obyvatelstva. Vypočítává z úmrtnostních tabulek a jde o jeden z nejpoužívanějších (a nejméně pochopených) ukazatelů populačního zdraví, proto se mu později budeme věnovat podrobněji.

Reprodukce

Jak již bylo uvedeno dříve, základním jevem, který demografové sledují, je reprodukce lidských populací. Jde o neustálou obnovu populace, kdy nová generace nahrazuje generaci vymírající. I zde se využívá různých ukazatelů:

- **Přirozený přírůstek** se zjišťuje jako rozdíl mezi počtem živě narozených a počtem zemřelých v kalendářním roce v dané populaci. Je to důležitý ukazatel, který nám říká, zda populace velikostně roste nebo klesá přirozenou měnou, tedy bez zohlednění migrace. Jeho hodnota může být kladná, což znamená, že se populace přirozeně zvětšuje, nebo záporná,

¹ obsahuje údaj i o mrtvě narozených, proto se vztahuje na 1000 všech (nejen živě) narozených

kdy se populace se přirozeně zmenšuje. V takovém případě pak hovoříme o přirozeném úbytku.

- Intenzitu přibývání (příp. ubývání) lidí v populaci vyjadřuje **hrubá míra přirozeného přírůstku**. Vypovídá o tom, kolik lidí v daném kalendářním roce přibylo na 1000 obyvatel středního stavu.
- Pokud bychom do změny velikosti populace započítávali i přistěhovalé a vystěhovalé osoby, sledovali bychom tzv **celkový přírůstek** obyvatelstva a **hrubou míru celkového přírůstku**.
- Hrubá míra reprodukce je ukazatel, který se podobá úhrnné plodnosti, zaměřuje se však na sledování reprodukce pouze ženské části populace. Vyjadřuje, kolik živě narozených dcer by připadalo v průměru na jednu ženu ve fertilním věku, ovšem za předpokladu, že by specifické míry plodnosti ve sledované populaci zůstaly dlouhodobě stejné jako v roce, pro který je ukazatel počítaný.
- Čistá míra reprodukce se počítá stejně jako hrubá míra reprodukce, ovšem započítávají se do ní pouze živě narozené dcery, které se v průměru dožijí věku své matky v době porodu.

Demografie je velmi široký a zajímavý obor. Koho více zajímá demografický vývoj v ČR, ale i v zahraničí, a aktuální otázky, které jsou předmětem demografických analýz a výzkumů, může sledovat časopis **Demografie, revue pro výzkum populačního vývoje**. Je to jediný odborný demografický časopisem v ČR, který od roku 1959 vydává právě ČSÚ a jeho aktuální vydání je v plné verzi k dispozici [online na jeho webových stránkách](#).

Úkoly na doplnění a procvičení tématu demografie

Zkuste popsat, jaká je aktuální demografická situace v ČR. Doplňte slovně vzorečky pro výpočet ukazatelů (viz vzor hrubá míra celkové porodnosti) a vypočítejte jejich hodnotu pro ČR z aktuálních dat, která si vyhledáte na webu ČSÚ, k popisu situace použijte tam uvedené základní demografické ukazatele.

Základní demografické ukazatele a jejich hodnoty pro ČR

A: Populační základna (demografická statika)

1) **POČET OBYVATELSTVA** (střední stav obyvatelstva k 1. 7.):

.....

2) STRUKTURA OBYVATELSTVA

a. **podle pohlaví:**% mužů a% žen

b. **podle věku:**% 0-14 let a% 65+

B: Populační procesy (demografická dynamika)

a. porodnost/plodnost

hrubá míra celk. porodnosti = $\frac{\text{počet všech narozených}}{\text{střední stav obyvatelstva}} \times 1000 = 10,5$

1) UKONČENÁ TĚHOTENSTVÍ

živorodnost = x1000 =
(natalita, též ozn. jako hrubá míra porodnosti)

mrtvorozenost = x1000 =

obecná míra plodnosti = x1000 =

b. potratovost:

hrubá míra potratovosti = x1000 =

index potratovosti = x 100 =

obecná míra potratovosti = x 1000 =

2) ÚMRTNOST

hrubá míra úmrtnosti = x1000 =

kojenecká úmrtnost = x1000 =

novorozenecká úmrtnost = x1000 =

ponovoroz. úmrtnost = x1000 =

3) REPRODUKCE OBYVATELSTVA:

přirozený přírůstek/úbytek =

hrubá míra přir. přírůstku = x1000 =

Hrubá míra reprodukce = 0,7. Tzn., že pokud by platily specifické míry plodnosti zjištěné v daném roce, jedné ženě by se během jejího reprodukčního období narodilo průměrně 0,7 děvčat.

Čistá míra reprodukce = 0,7. Tzn., že 0,7 děvčat narozených průměrně jedné ženě v průběhu jejího reprodukč. období se dožije věku své matky v době porodu.

Použité zdroje

Demografie, revue pro výzkum populačního vývoje. Český statistický úřad; 2024. Accessed February 20 2024. <https://www.czso.cz/csu/czso/demografie>

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Kalibová K. *Úvod do demografie*. Karolinum; 2002.

Kořínek M. *Demografie*. Gaudeamus; 2014.

Kuprová B, Sivková O. Prameny demografických dat v minulosti a dnes. *Geogr Rozhl.* 2014;24(1):21–23.

Němčková M, Štyglarová T. Od narození až do smrti. *Stat My.* 2021;11(10). Accessed August 23, 2023. <https://www.statistikaamy.cz/wpcontent/uploads/2021/10/18042110.pdf>

Nešpor ZR. (ed.): *Sociologická encyklopedie*. Sociologický ústav AV ČR, v.v.i.; 2017. Accessed August 22, 2023. <https://encyklopedie.soc.cas.cz/>

Příručka demografické statistiky pro potřebu oblastních statistických orgánů. Český statistický úřad; 2001. Accessed July 27 2023. <https://web.natur.cuni.cz/~mak/gos/demmetodika/www.czso.cz/cz/cisla/0/02/020100/020100.htm>

Výběrové šetření příjmů a životních podmínek domácností (SILC). Český statistický úřad; 2024. Accessed February 20 2024. https://www.czso.cz/csu/vykazy/vyberove_setreni_prijmu_a_zivotnich_podminek_domacnosti

Výběrové šetření pracovních sil (VŠPS). Český statistický úřad; 2024. Accessed February 20 2024. https://www.czso.cz/csu/vykazy/vyberove_setreni_pracovnich_sil

4. VYUŽITÍ RUTINNÍCH STATISTIK PRO HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU OBYVATELSTVA

Zdraví

Při snaze o zlepšování zdraví lidí si musíme stále znovu pokládat otázku, co to vlastně zdraví je. Pojetí zdraví se mění v průběhu času a liší se i v různých kulturách. Jak zdraví chápeme, má zásadní vliv na to, jak ho popisujeme a měříme, na které aspekty zdraví klademe důraz, co vůbec ohledně zdraví považujeme za ovlivnitelné, i na to, co nakonec pro zdraví skutečně děláme. Zdraví není jenom biologickou charakteristikou organismu, ale je také významnou individuální a sociální hodnotou. V tomto smyslu pak zdraví na jedné straně spoluutváří a na druhé straně je determinováno politickým, ekonomickým, právním a kulturním prostředím společnosti.

Za nejznámější definici zdraví lze považovat definici Světové zdravotnické organizace (WHO) z roku 1948, která říká, že „**zdraví je stav úplné tělesné, duševní a sociální pohody, a nejen nepřítomnost nemoci nebo vady**“. Oceňuje se na ní zejména zdůraznění multidimenzionality zdraví, tedy že zdraví nemá jen tělesnou, ale také duševní a sociální rovinu. V podstatě se zde odráží skutečnost, že samotné slovo zdraví má v mnoha jazycích lingvisticky úzký vztah k pojmu celek, což jistým způsobem poukazuje na oprávněnou potřebu celostního (holistického) pojetí zdraví.

Tato definice zdraví se ovšem nevyhnula ani kritice, a to obvykle ze dvou důvodů. Prvním důvodem je to, že zdraví popisuje jako zcela ideální, a tedy i těžko dosažitelný stav. V reálném životě se lidé z hlediska zdraví pohybují spíše na určité škále (jejímiž krajními body jsou naprosté zdraví a nemoc, příp. smrt), a na ní dosahují různé úrovně zdraví. K tomuto lze jenom podat vysvětlení, že uvedená definice zdraví je výňatkem z jednoho z odstavců Ústavy WHO, ve kterém nešlo primárně o to podat definici zdraví, ale spíše definovat cíl, na který by se měla WHO orientovat a odtud pramenit pojetí zdraví jako ideálního stavu. Druhým důvodem je neurčitost pojmu pohoda (*well-being*), která v podstatě znemožňuje zdraví podle této definice měřit. Zároveň však tato neurčitost umožňuje opravdu velmi široké pojetí zdraví i s jeho mnoha různorodými podmínkami a determinantami.

S jistou mírou neurčitostí se ale potýká i mnoho jiných definic zdraví, protože tak složitý jev jako zdraví snad ani nelze přesně a jednoznačně definovat ani měřit. Z tohoto důvodu se v epidemiologii k vyjádření zdraví, resp. zdravotního stavu populace používají nejčastěji tzv. **negativní míry zdraví, tedy nemocnost a úmrtnost**. Vychází se ze zjednodušeného, ale praktického pojetí, kdy se při sledování výskytu určené nemoci rozlišují pouze dva stavy – člověk sledovanou nemoc buď má, nebo nemá. V tomto pojetí je pak třeba zaměřovat se na tři důležité věci:

- na klasifikaci nemocí,
- na správnou diagnostiku nemocí (resp. určení příčin smrti),
- na volbu vhodných ukazatelů nemocnosti a úmrtnosti.

Statistika zdravotního stavu obyvatelstva

Pro hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva se často používají údaje z rutinní zdravotnické statistiky. Abychom ale mohli nějakou statistiku nemocnosti a statistiku příčin smrti vůbec vést, je potřeba mít k dispozici klasifikaci nemocí, která nám umožní jednotlivá onemocnění od sebe jednoznačně odlišovat anebo zase, v případě potřeby, slučovat podobné stavy do větších skupin. Na vytváření takové klasifikace nemocí se podílejí odborníci z oblasti *nozologie a názvosloví*.

Nozologie, názvosloví a klasifikace nemocí

Nozologie se zabývá popisem a definováním nemocí a patologických stavů. Na základě jejich podobnosti v oblasti příčin, symptomů, průběhu a výsledků se je snaží systematicky třídit.

Mezi klíčové úkoly nozologie patří:

- Definování nemocí: Pro každou chorobu nebo stav poskytuje jasnou a jednoznačnou definici.
- Zkoumání historie a evoluce nemocí: zabývá se tím, jak se nemoci vyvíjely a měnily v čase.
- Klasifikace nemocí: Snaží se vytvořit systematickou klasifikaci nemocí, aby bylo možné řadit nemoci podle určitých kritérií, například podle příčiny, umístění v těle nebo podle charakteristických symptomů.

Názvosloví se týká čistě systému pojmenování nemocí. Správné pojmenování nemoci je klíčové pro komunikaci mezi lékaři a vědci po celém světě. Například název „tuberkulóza“ odkazuje na specifickou infekční nemoc způsobenou bakterií *Mycobacterium tuberculosis*.

Zatímco nozologie poskytuje strukturu, v níž jsou nemoci a stavy organizovány, názvosloví definuje a pojmenovává jednotlivé kategorie a stavy v této struktuře. V praxi je dobrá koordinace mezi nozologií a názvoslovím nezbytná pro jasnou a jednoznačnou komunikaci v oblasti zdravotnictví.

Klasifikace nemocí je způsob, jak organizovat nemoci do různých kategorií na základě jejich podobností. Nejrozšířenější je **Mezinárodní klasifikace nemocí a souvisejících zdravotních problémů (MKN)**. Předchůdcem této klasifikace byl Mezinárodní seznam příčin smrti vytvořený v roce 1893, jehož cílem bylo umožnit mezinárodní srovnání záznamů o úmrtích. Od roku 1948 se klasifikace ujala WHO a zahájila její přeměnu na univerzální seznam diagnóz. MKN od té doby kodifikuje systém označování a klasifikace lidských onemocnění, poruch, zdravotních problémů a dalších příznaků, situací či okolností.

Základem MKN je rozdělení nemocí do kapitol podle povahy nemoci (např. infekční nemoci), nebo podle zasažené tělesné soustavy (např. nemoci oběhové soustavy). Tyto kapitoly jsou dále členěny na podkapitoly a skupiny nemocí, až se dojde k jednotlivým diagnózám. Každá diagnóza zahrnutá v klasifikaci má svůj jedinečný alfanumerický kód, který je možné díky stálému zdokonalování klasifikace pomocí doplňkových kódů dále upřesňovat tak, aby co nejlépe vystihoval zdravotní stav konkrétního pacienta.

V České republice v současnosti ještě platí 10. revize MKN, ale postupně se bude přecházet na novou, 11. revizi (MKN-11). Přechodné období je stanoveno na 5 let. Jde o jednu z největších proměn MKN v historii, a to jak po obsahové, tak po technické stránce (je to první verze MKN, která vzniká od základu v elektronické podobě).

MKN má ve zdravotnictví široké využití, kódují se podle ní diagnózy (onemocnění, poruchy, zdravotní problémy a další příznaky, situace či okolnosti) ve zdravotnické dokumentaci, kódy se používají při určování důvodu hospitalizace či poskytnutí ambulantní péče, využívají se v tiskopisech pro povinně hlášené nemoci, při určování příčin pracovní neschopnosti, invalidity i smrti. Pomocí kódů MKN vykazují zdravotnická zařízení poskytnuté služby zdravotním pojišťovnám.

Statistika nemocnosti

Rutinní statistika nemocnosti je tvořena třemi hlavními dílčími statistikami. Patří mezi ně:

Statistika povinně hlášených nemocí

V ČR se povinně hlásí 72 přenosných a 17 hromadně se vyskytujících onemocnění. Mezi povinně hlášená infekční onemocnění patří tuberkulóza, chřipka, pohlavně přenosné nemoci (včetně syfilis a HIV), lymeská borelióza, černý kašel, spála, záškrť, žloutenky typu A, B, C, E, tetanus aj. Příkladem neinfekčních povinně hlášených onemocnění pak jsou zhoubné novotvary, vrozené a vývojové vady u dětí, diabetes mellitus či nemoci z povolání.

V rutinních statistikách se pracuje s anonymizovanými daty. Běžně jsou proto k dispozici pouze údaje o pohlaví, věku a regionu nositele nemoci, což umožňuje sledovat rozložení nemoci v populaci právě na základě zmíněných znaků.

Statistika hospitalizovaných

Je založena na povinném hlášení každé ukončené hospitalizace pacienta na jednom lůžkovém oddělení, bez ohledu na způsob přijetí a ukončení (propuštění, přeložení, úmrtí). Údaje obsažené v hlášení umožňují sledovat počet přijatých a propuštěných či zemřelých pacientů, délku a místo hospitalizace, pohlaví, věk, diagnózu, druh léčby apod.

Ačkoli se tato statistika využívá při hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva, je potřeba při hodnocení v čase, ale i při regionálním či mezinárodním srovnávání mít na paměti, že do zjištěných rozdílů se vedle zdravotního stavu také promítají rozdíly v dostupnosti a kapacitě zdravotnických zařízení, příp. mezinárodní rozdíly v medicínské praxi (např. častější uplatňování jednodenní chirurgie či ambulantních výkonů, jiná kritéria pro hospitalizaci).

Statistika pracovní neschopnosti

Statistika vypovídá pouze o populaci, která je nemocensky pojištěná, typicky jde o osoby v pracovním poměru (netýká se dětí, lidí v domácnosti a na mateřské či rodičovské dovolené, starobních důchodců, značné části OSVČ apod.). Rozlišuje se:

- *Krátkodobá pracovní neschopnost* – podkladem pro statistické sledování krátkodobé pracovní neschopnosti je potvrzení pracovní neschopnosti. Zjišťuje se počet ukončených

případů pracovní neschopnosti v daném období, průměrná doba trvání jednoho případu pracovní neschopnosti, diagnóza a také pohlaví, věk a místo bydliště.

- *Dlouhodobá pracovní neschopnost (invalidita)* – vypovídá o ní rozhodnutí o přiznání invalidního důchodu. Umožňuje sledovat celkovou míru invalidity, její příčinu, délku a rozložení podle pohlaví, věku a místa bydliště.

I do této statistiky se mohou promítat jiné než zdravotní faktory, a to např. způsob výplaty dávek nemocenského pojištění a jejich výše.

Ukazatele statistiky nemocnosti

Výskyt jakýchkoliv onemocnění, která jsou zaznamenávána v rutinní statistice nemocnosti, se nejčastěji uvádí pomocí dvou základních ukazatelů, a to incidence a prevalence.

- **Incidence** vypovídá o **počtu nových případů za určené období** (obvykle za kalendářní rok), přičemž v relativní podobě je tento absolutní počet udáván v přepočtu na 1000 či 100 000 obyvatel středního stavu. Vyjadřuje intenzitu přibývání nových případů nemoci.

$$\frac{\text{počet nových případů nemoci}}{\text{střední stav obyvatelstva}} \times 1000$$

- **Prevalence** je okamžikový ukazatel (jde o údaje ke konkrétnímu datu, např. k 1. 1. 2024) a informuje o **počtu osob se sledovanou nemocí ke stanovenému okamžiku**. Jako relativní ukazatel vypovídá o podílu lidí s nemocí (v %) z celkového počtu lidí v populaci ve stejném časovém okamžiku. Vyjadřuje výskyt (objem) případů nemoci v populaci.

$$\frac{\text{počet existujících případů nemoci k 1. 1. 2024}}{\text{stav obyvatelstva k 1. 1. 2024}} \times 100$$

Výhody a nevýhody statistiky nemocnosti

Mezi výhody patří:

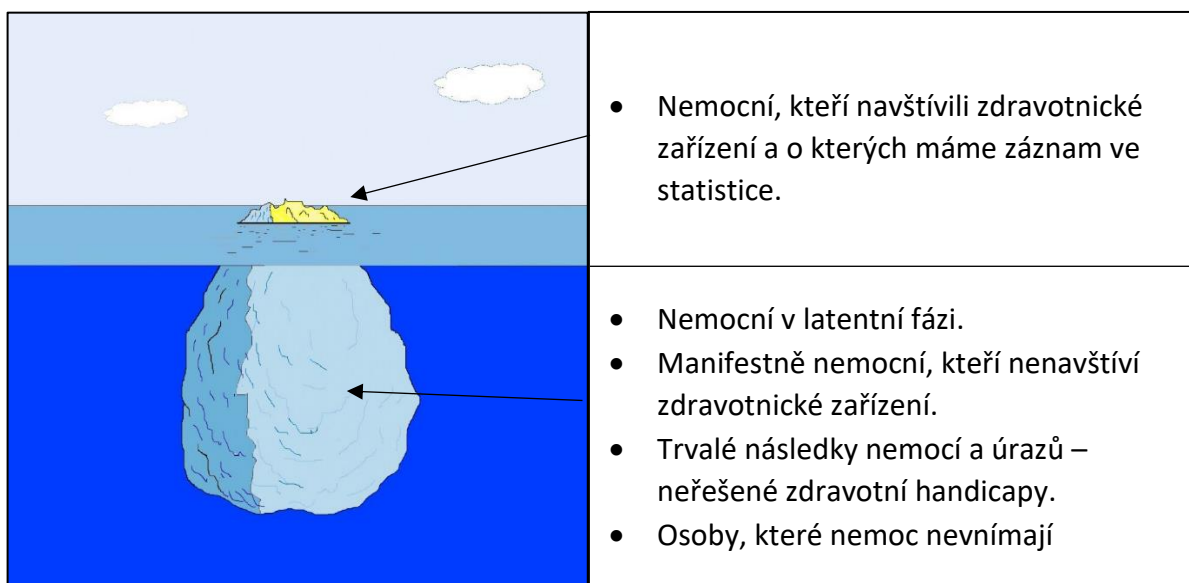
- snadná dostupnost údajů,
- možnost srovnávat a hodnotit vývoj ukazatelů v čase,

- jde o dobré východisko pro počáteční fáze výzkumu (např. pro formulaci pracovních hypotéz).

K nevýhodám řadíme:

- Fenomén ledovce (viz obrázek 3). V oficiálních číslech vidíme pouze "špičku ledovce", tedy jen malou část skutečného problému, zatímco většina zůstává skryta. Např. spousta lidí s nemocí nenavštíví zdravotnické zařízení, a proto o nich nejsou žádné statistické záznamy. Nemocnost je proto ve skutečnosti vždy vyšší.

Obrázek 3: Fenomén ledovce ve statistikách nemocnosti



Zdroj : Monter J. Pixabay. April 16, 2016 Accessed October 20, 2023. <https://pixabay.com/cs/illustrations/ledovec-led-arkticky-snih-1321692/>

- Skutečnost, že statistickou jednotkou jsou případy onemocnění (protože počet případů nemoci není totéž jako počet nemocných).
- Způsob výpočtu relativních ukazatelů, kdy údaj ve jmenovateli často nepředstavuje populaci, která je takzvaně *v riziku* onemocnění.
- Neznámou správnost dat (např. v důsledku změn diagnostických kritérií v čase nebo třeba v souvislosti s existencí mezinárodních rozdílů v diagnostických zvyklostech).

Statistika úmrtnosti

Úmrtnost velmi spolehlivě ukazuje na to, kolik lidí umírá a v jakém věku. Je ale považována pouze za **nepřímý ukazatel zdraví**, protože o úmrtnosti nerozhoduje jen zdraví lidí, ale také mnohé jiné faktory, jako např. dostupnost a úroveň zdravotnických služeb.

Statistika úmrtnosti je velmi důležitá a umožňuje např.:

- hodnotit charakter úmrtnosti obyvatelstva a jeho změny,
- sledovat regionální rozdíly v úmrtnosti a jejich důvody,
- pozorovat trendy vybraných aspektů zdravotního stavu (např. kojenecká, novorozenecká a mateřská úmrtnost, výskyt infekčních onemocnění, úrazů a sebevražd),
- studovat rizikové faktory,
- odvozovat vývoj zdravotních potřeb obyvatelstva,
- stanovovat priority výzkumu, ale i programů pro podporu zdraví a preventivních opatření,
- hodnotit účinnost preventivních a skriningových programů.

Statistika úmrtnosti je založena na zpracování údajů z [Listu o prohlídce zemřelého](#) (LPM). Jde o dokument, který lékař konstatující úmrtí vyplní u každé zemřelé osoby. První část LPM obsahuje sociodemografické údaje (pohlaví, datum narození a úmrtí, místo bydliště, rodinný stav apod.), další části se věnují určení příčiny smrti po prohlídce a příp. i po provedené pitvě, přičemž pro kódování příčin smrti se používá Mezinárodní klasifikace nemocí. Vyplněný dokument je pak předáván ve zkrácené verzi pohřebnímu ústavu a příslušné matrice, v úplné verzi putuje na ČSÚ (pro účely vytváření demografické statistiky) a také na ÚZIS ([Informační systém LPM](#)), kde se sledují příčiny smrti.

Statistika úmrtnosti se někdy dělí na **statistiku zemřelých** a **statistiku příčin smrti**. Zatímco statistika zemřelých sleduje počet zemřelých a intenzitu umírání v závislosti na demografických charakteristikách (pohlaví, věk, místo bydliště, rodinný stav), statistika příčin smrti se věnuje analýze zemřelých podle příčin a sleduje závažnosti jednotlivých příčin smrti jak z hlediska populace, tak z hlediska jednotlivců.

Ukazatele zdravotního stavu založené na evidenci úmrtí

Hrubá míra úmrtnosti udává počet zemřelých *na 1000 obyvatel středního stavu* ve stanoveném časovém intervalu.

$$\frac{\text{celkový počet zemřelých}}{\text{střední stav obyvatelstva}} \times 1000$$

Standardizovaná úmrtnost je přepočítaná hodnota hrubé úmrtnosti. Umožňuje objektivní srovnávání úmrtností v populacích s rozdílnou (nejčastěji věkovou) strukturou.

Specifická úmrtnost (podle věku) udává počet zemřelých ve věku x , *na 1000 obyvatel středního stavu ve věku x* v daném časovém intervalu.

$$\frac{\text{počet zemřelých ve věku } x}{\text{střední stav obyvatelstva ve věku } x} \times 1000$$

Za x se dosazuje buď konkrétní věk (např. 20 let), nebo věková skupina (např. 20–24 let). Umožňuje srovnávat intenzitu úmrtnosti mezi různými věkovými skupinami v rámci téže populace, ale i mezi stejnými věkovými skupinami různých populací (např. populace mužů a žen).

Kojenecká úmrtnost vyjadřuje počet zemřelých dětí do 1 roku věku *na 1000 živě narozených dětí* v daném kalendářním roce.

$$\frac{\text{počet zemřelých do 1 roku věku}}{\text{počet živě narozených}} \times 1000$$

Používá se nejen jako ukazatel zdravotního stavu, ale také jako ukazatel socioekonomických poměrů ve společnosti.

Sledují se i další ukazatele úmrtnosti kolem porodu (viz kapitola 3), např. novorozenecká (do 27 dnů) a ponovorozenecká (od 28 dnů do 1 roku). Součet těchto dvou dílčích úmrtností dává kojeneckou úmrtnost. V zemích s nízkou kojeneckou úmrtností více dětí umírá v rámci novorozenecké úmrtnosti, přestože zahrnuje mnohem kratší časový úsek než úmrtnost ponovorozenecká. Je to dáno rozdílným charakterem převažujících příčin smrti v těchto dvou intervalech. V rámci novorozenecké úmrtnosti převažují jednoznačně endogenní příčiny smrti (vrozené nemoci a vady), v rámci ponovorozenecké úmrtnosti se začínají uplatňovat i exogenní faktory (infekce, úrazy, dostupnost zdravotní péče).

Střední délka života e_x (naděje dožití) je ukazatelem úmrtnostních tabulek a vyjadřuje počet roků, který v průměru ještě prožije osoba právě x -letá, ovšem za předpokladu, že se po celou dobu jejího dalšího života nezmění specifické úmrtnosti zjištěné v roce, pro který je vypočítávána (více o střední délce života v kapitole 5).

Úmrtnost na určitou příčinu informuje o počtu zemřelých na určitou nemoc v daném časovém intervalu *na 1000 obyvatel středního stavu*.

$$\frac{\text{počet zemřelých na danou příčinu}}{\text{střední stav obyvatelstva}} \times 1000$$

Hodnota tohoto ukazatele vypovídá o intenzitě umírání na danou příčinu ve sledované populaci. Souvisí jak s mírou výskytu onemocnění v populaci, tak s klinickou závažností onemocnění.

Smrtnost – jde o podíl (v ‰) zemřelých na určitou nemoc v daném časovém intervalu, z celkového počtu lidí se stejnou nemocí na počátku tohoto časového intervalu.

$$\frac{\text{počet zemřelých na určitou nemoc}}{\text{výchozí počet osob s touto nemocí}} \times 1000$$

Používá se k posuzování klinické závažnosti nemoci, nebo úspěšnosti její léčby. Je třeba striktně rozlišovat smrtnost a úmrtnost určité nemoci. Např. tetanus má v ČR vysokou smrtnost, ale nízkou úmrtnost (z důvodu očkování), u infarktu myokardu je to naopak.

Výhody a nevýhody statistiky úmrtnosti

Ve srovnání se statistikou nemocnosti má statistika úmrtnosti svoje výhody i nevýhody.

K výhodám patří,

- že úmrtí je na rozdíl od nemoci neopakovatelné a snadno rozpoznatelné,
- lze ho přesně časově určit,
- můžeme přímo zjišťovat pravděpodobnost výskytu úmrtí v populaci,
- statistickou jednotkou je osoba (a ke každé je List o prohlídce zemřelého),
- dlouhodobé časové řady (záznamy o zemřelých sahají hluboko do historie),
- široké mezinárodní srovnání (statistiku zemřelých vedou všechny země).

Určitou nevýhodou, kterou je třeba mít na paměti při interpretaci statistiky příčin smrti, je,

- že sleduje pouze nemoci vedoucí ke smrti,
- je založena na informacích o lidech, kteří již nepatří do živé populace,

- neznámá spolehlivost statistiky příčin smrti (neznámá míra přesnosti „odhadu“ příčiny smrti bez pitvy, neznámá chybovost při vyplňování a kódování Listu o prohlídce zemřelého),
- úmrtnost souvisí i s jinými jevy, než je nemocnost.

Úkoly na doplnění a procvičení tématu využití rutinních statistik pro hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva

1. Podívejte se na stránkách [ÚZIS na strukturu MKN-10](#). Zkuste si vyhledat kód nějaké nemoci (např. chronické plicní obstrukční nemoci).
2. Otevřete si na stránkách ÚZIS aktuální Zdravotnickou ročenku ČR. Projděte si ji a podrobněji si přečtěte kapitolu o zdravotním stavu české populace.
3. Vyřešte následující příklady:

V loňském roce bylo ve městě s 600 000 obyvateli zaznamenáno 6 300 úmrtí. Z toho úmrtí na nemoci dýchací soustavy bylo hlášeno u 441 osob.

Rozdělení úmrtí na nemoci dýchací soustavy podle věku

Věk	Počet zemřelých	Počet obyvatel (střední stav)
0–19	15	115 000
20–65	184	365 000
65+	242	120 000
Celkem	441	600 000

- a) Jaká byla loni celková úmrtnost v daném městě na 1000 obyvatel?
- b) Jaká byla loni úmrtnost v daném městě na nemoci dýchací soustavy na 100 000 obyvatel?
- c) Jaká byla loni specifická úmrtnost na nemoci dýchací soustavy ve všech třech zde uvedených věkových skupinách na 100 000 obyvatel?

4. Ve stejném městě s 600 000 obyvateli bylo loni nahlášeno 25 nových případů tuberkulózy dýchacího ústrojí.

Rozdělení incidence tuberkulózy podle věku

Věk	Počet nově hlášených případů	Počet obyvatel (střední stav)
0–19	2	115 000
20–65	15	365 000
65+	8	120 000
Celkem	25	600 000

- a) Jaká byla loni celková incidence tuberkulózy v daném městě na 1000 00 obyvatel?
- b) Jaká byla loni specifická incidence tuberkulózy ve třech zde uvedených věkových skupinách na 100 000 obyvatel?
- c) Ze které věkové skupiny pochází největší počet nových případů tuberkulózy? Lze tuto skupinu považovat za nejrizikovější z hlediska vzniku nových případů této nemoci?

Použité zdroje

Bencko V, Hrach K, Malý M, et al. *Statistické metody v epidemiologii. Svazek 1*. Karolinum; 2003.

Göpfertová D, Hladíková M, Šejda J, Hroboň P. *Epidemiologie: průvodce epidemiologickou metodou*. Triton; 1999.

Göpfertová D. et al. *Kontrolní otázky a modelové příklady z epidemiologie*. Triton; 2001.

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Informační systém List o prohlídce zemřelého. ÚZIS ČR. Accessed October 19, 2023. <https://www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat--ostatni-rezortni-registry--list-o-prohlidce-zemreleho>

Merrill RM. *Introduction to Epidemiology*. Jones & Bartlett Learning; 2019.

5. TYPY UKAZATELŮ

Absolutní a relativní ukazatele

Ve statistice se setkáváme s různými typy ukazatelů, které se liší jak svou konstrukcí, tak i následnou interpretací. Na začátku můžeme rozlišit tři skupiny ukazatelů:

- absolutní,
- relativní,
- složitěji konstruované.

Absolutní ukazatele nás informují o celkovém počtu případů nějakého jevu. Ve zdravotnické statistice jde o údaje využitelné pro řízení a organizaci zdravotnictví. Např. informace o celkovém počtu diabetiků je důležitá, aby se mohl zajistit dostatečný počet zdravotnických zařízení, personálu, léků atd. k uspokojení zdravotních potřeb pacientů s diabetem.

Pro popis, srovnávání a hodnocení zdravotního stavu jsou však vhodnější relativní ukazatele, které umožňují hodnotit vývoj ukazatele v čase nebo srovnávat jeho hodnotu mezi různými populacemi. Význam ukazatelů zdravotního stavu spočívá právě ve srovnávání, protože jedna izolovaná hodnota nese jenom velmi omezenou informaci. Při srovnávání celkových ukazatelů je ovšem potřeba vždy zvážit, jestli není vhodné pro objektivnější srovnání použité ukazatele standardizovat.

Setkat se můžeme i s mnohem složitěji konstruovanými ukazateli, které jsou výsledkem různých statistických modelů. Typickým příkladem takového ukazatele je např. střední délka života.

Typy relativních ukazatelů

Hodnotíme-li tedy výskyt nějakého jevu v populaci, pracujeme zpravidla s relativními ukazateli, které vznikají tak, že dáváme do poměru dvě absolutní čísla. Obecně můžeme tento vztah zapsat:

$$\text{relativní ukazatel} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}} \times 10^k,$$

kde **A** a **B** jsou absolutní čísla. Výsledný poměr je často malé číslo, proto ho ještě obvykle násobíme nějakou mocninou 10 (100, 1000, 100 000, tzn., že **k** může mít různou hodnotu, nejčastěji v rozmezí 2–5).

Relativní ukazatele jsou vhodné pro územní nebo časové srovnávání populací, které se liší svou velikostí. Pokud např. budeme chtít srovnávat počet nemocných diabetem ve dvou různě velkých populacích, nestačí mít pouze informace o počtu nemocných, ale potřebujeme i údaj o počtu obyvatel, abychom mohli např. porovnávat, jaký podíl v % tvoří nemocní cukrovkou z celé populace. Podle povahy čísel zadaných do poměru rozlišujeme tři základní druhy relativních ukazatelů. Jsou to poměrná čísla struktury, poměrná čísla intenzitní a indexy.

Ukazatele struktury

Ukazatele struktury (též *extenzitní ukazatele*) se počítají jako poměr (*proportion*) dvou absolutních čísel, který vyjadřuje podíl části z určitého celku. Při výpočtu vkládáme do čitatele informaci o tom, u kolika jednotek se vyskytl sledovaný jev, do jmenovatele pak informaci o celkovém počtu sledovaných jednotek. Údaj v čitateli je u tohoto typu ukazatele vždy součástí jmenovatele. Údaje dávané do poměru musejí být zjištěné ve stejném čase a ve stejně vymezené populaci. Můžeme například počítat, jaký podíl představují děti v české populaci. Do čitatele vložíme informaci o počtu osob ve věku 0–14 let k určitému datu, do jmenovatele celkový počet obyvatelstva ke stejnému datu. Hodnota ukazatele se obvykle vyjadřuje v procentech nebo v promile a umožňuje nám odhadovat pravděpodobnost. Pokud vypočítáme, že děti tvoří 16 % české populace, pak při náhodném vylosování jednoho obyvatele ČR bude 16% pravděpodobnost, že půjde o dítě.

Ukazatele frekvence

Ukazatele frekvence (též *intenzitní ukazatele* či *míry*) nám umožňují sledovat míru (*rate*) výskytu nějaké události či jevu v určitém časovém intervalu. Do čitatele dáváme počet jednotek, u nichž byl jev zaznamenán, do jmenovatele informaci o velikosti prostředí, ve kterém jsme jeho výskyt sledovali. Údaj v čitateli zde proto nikdy není součástí jmenovatele. Velikost prostředí můžeme vyjádřit různě (třeba rozlohou v km²), obvykle ji ale vystihujeme celkovým počtem sledovaných jednotek. Protože se počet jednotek může v průběhu sledování měnit, je jejich počet udáván ke středu sledovaného intervalu (tzv. *střední stav*), nebo se bere průměr z počtu sledovaných jednotek na začátku a na konci intervalu. Kdybychom sledovali úmrtnost v ČR v roce 2022, dáme do čitatele absolutní počet zemřelých v roce 2022 a do jmenovatele střední stav obyvatelstva ve stejném kalendářním roce. Po vynásobení malého výsledného čísla 1000 dostaneme informaci o intenzitě umírání, vyjádřené tím, kolik zemřelých připadlo na 1000 obyvatel středního stavu v roce 2022.

Při hodnocení ukazatelů struktury i ukazatelů frekvence si musíme vždy přesně uvědomit, co tyto ukazatele vyjadřují. Jestliže například zjistíme, že největší podíl z celkového počtu dětí, které se narodí s vrozenou vadou, najdeme u matek ve věku 20–29 let, pak se nesmíme nechat svést k chybnému závěru, že tento věk je nejvíce rizikový. Ve věkovém intervalu 20–29 let totiž dochází k největšímu počtu porodů. Pokud bychom chtěli zjistit, který věk přináší největší riziko narození dítěte s vrozenou vadou, museli bychom zjistit, kolik dětí s vrozenou vadou připadá na 1000 porodů u matek z jednotlivých věkových kategorií a teprve srovnáním takto vzniklých ukazatelů bychom dostali správnou odpověď.

Indexy

Indexy (též **poměrná čísla srovnávací**) – v tomto ukazateli dáváme do poměru dvě absolutní nebo i relativní čísla, která spolu nějak obsahově souvisejí. Výsledný poměr nevypovídá ani o podílu části z celku ani o intenzitě výskytu jevu. Například index maskulinity dává do vztahu počet mužů a počet žen v populaci a udává, kolik mužů připadá na 1 ženu (resp. 100 či 1000 žen).

Indexy se ale také často používají k hodnocení časových trendů. Nejčastěji se vytvářejí indexy s pevným a indexy s pohyblivým základem.

Index s pevným základem (též **bazický index**) je nástroj pro hodnocení celkového trendu vývoje ukazatele. Tvoříme ho tak, že první hodnotu v časové řadě považujeme za pevný základ (100 %) a všechny následující hodnoty vyjádříme v procentech tohoto základu. Každou hodnotu tedy dělíme základem a násobíme stem. Index vyjadřuje celkový trend časové řady, růst, pokles, stagnaci.

Index s pohyblivým základem (též **řetězový index**) nám umožňuje srovnávat vždy dva po sobě jdoucí údaje v časové řadě, přičemž předcházející hodnota tvoří základ (100 %) pro následující hodnotu, kterou opět vyjádříme v procentech základu. Výsledný index pak vyjadřuje tempo změny ukazatele a sledujeme, jak hodnoty ukazatele v dílčích úsecích časové řady rostou či klesají.

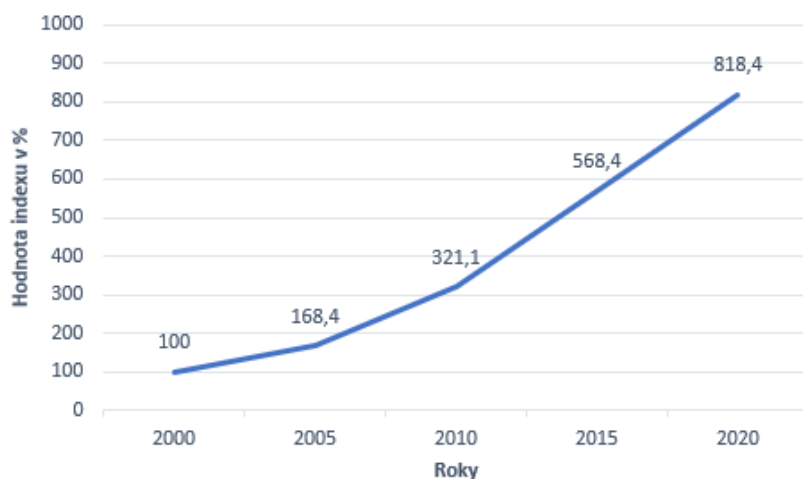
Tabulka 1: Vývoj nemocných s HIV/AIDS v ČR v období let 2005–2020

Rok	Počet osob s HIV/AIDS na 100 000 obyv.	Index s pevným základem (v %)	Index s pohyblivým základem (v %)
2000	3,8	100,0	–
2005	6,4	168,4	168,4
2010	12,2	321,1	190,6
2015	21,6	568,4	177,1
2020	31,1	818,4	144,0

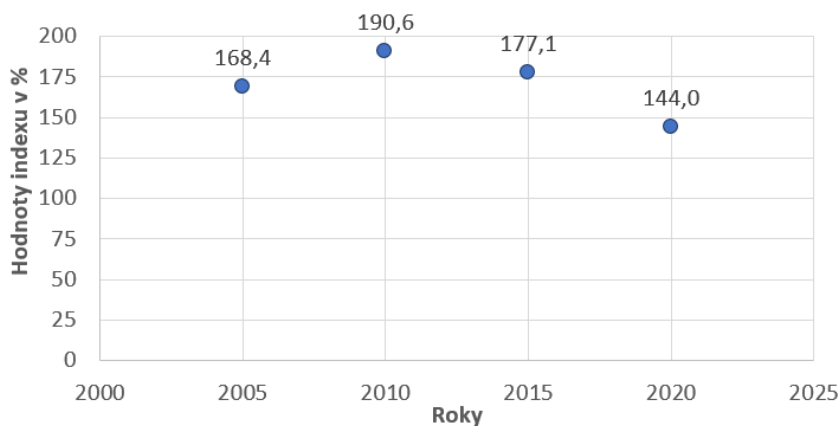
Zdroj dat: ÚZIS ČR

Také u indexů pro hodnocení časových řad, ať už máme jejich hodnoty zapsané v tabulce nebo zakreslené v grafu, je třeba si vždy nejdříve ujasnit, se kterým indexem pracujeme a o čem přesně jeho hodnoty vypovídají.

Graf č. 1.: Index s pevným základem vyjadřuje celkový trend časové řady



Graf č. 2.: Index s pohyblivým základem vyjadřuje dynamiku změn v časové řadě



Dělení ukazatelů podle konstrukce není vždy přísně dodržováno, hranice mezi těmito skupinami ukazatelů nejsou vždy jednoznačné a někdy proto může být značně obtížné určit, do které skupiny ukazatel vlastně patří.

Ukazatele, které používáme pro hodnocení zdravotního stavu populace, můžeme dělit i podle dalších hledisek, kupříkladu:

- můžeme mít **ukazatele celkové**, počítané za celou populaci, a **ukazatele specifické**, které se vztahují k jednotlivým podskupinám populace (vytvořené podle věku, pohlaví, stadia nemoci apod.);
- podle území mohou být počítány ukazatele **světové, celostátní, regionální**;
- z hlediska času se rozlišují **ukazatele okamžikové** (vypočítané ke konkrétnímu datu) a **intervalové** (které v sobě zahrnují informaci o době sledování);
- rozlišovat lze také **ukazatele hrubé a ukazatele standardizované** (jejichž hodnoty jsou oproštěny od vlivu např. věkové struktury).

Standardizace relativních ukazatelů

Pokud je to možné, měla by být data o nemocnosti a úmrtnosti vždy analyzována s ohledem na pohlaví a věk. Tyto dvě charakteristiky obvykle souvisejí s jevy, jejichž výskyt chceme sledovat. Proto jsou ukazatele nemocnosti a úmrtnosti jak v rutinních statistikách, tak v epidemiologických studiích obvykle vypočítávány zvlášť pro muže a pro ženy, a proto jsou také často uváděny ve formě tzv. věkově standardizovaných ukazatelů.

Vlastnosti relativních ukazatelů a proč je standardizovat

Podívejme se například na to, jak věková struktura populace ovlivňuje hodnotu hrubé míry úmrtnosti. Hrubou míru úmrtnosti počítáme tak, že celkový počet zemřelých během sledovaného intervalu dělíme středním stavem lidí v dané populaci. Je samozřejmě všeobecně známo, že s rostoucím věkem se úmrtnost zvyšuje, tzn. ukazatel specifické úmrtnosti je výrazně závislý na věku. Při srovnání úrovně hrubé (celkové) úmrtnosti u dvou (a více) populací, z nichž každá má jinou věkovou strukturu, tak dochází ke zkreslení způsobenému tím, že populace s větším zastoupením starých osob, u nichž je úmrtnost přirozeně vyšší, bude mít prostě více zemřelých než populace s mladší věkovou strukturou, a tím i vyšší úmrtnost.

Pro všechny relativní ukazatele počítané za populaci jako celek platí, že se v jejich hodnotě neodráží pouze intenzita sledovaného jevu (porodnost, úmrtnost, nemocnost atd.), ale také struktura populace (z hlediska věku, vzdělání, povolání apod.). Jakou cestou se ale konkrétně do hodnoty hrubé úmrtnosti promítá věková struktura populace? Podívejme se na tabulku 2.

Tabulka 2: Věková struktura modelové populace

Věk (5leté skupiny)	Počet osob v populaci	Počet zemřelých	Specifická úmrtnost na 1000 obyv.
0	55 000	160	2,9
1–4	238 000	40	0,2
5–9	275 000	30	0,1
10–14	235 000	10	0,1
15–19	253 000	50	0,2
20–24	333 000	80	0,2
25–29	363 000	110	0,3
30–34	409 000	130	0,3
35–39	480 000	250	0,5
40–44	394 000	350	0,9
45–49	360 000	580	2,0
50–54	322 000	910	2,8
55–59	353 000	1 700	4,8
60–64	349 000	2 900	8,3
65–69	295 000	4 400	14,9
70–74	189 000	4 900	25,9
75–79	119 000	6 500	54,6
80–84	84 000	10 800	128,6
85–89	37 000	12 000	324,3
90–94	9 000	6 800	755,5
95+	1 000	415	415,0
Celkem	5 153 000	53 115	10,3

V tabulce jsou údaje o jedné hypotetické populaci rozdělené do 21 pětiletých věkových kategorií. Vidíme, že každá věková kategorie se liší od ostatních ve dvou ohledech. Jednak

v tom, kolik lidí spadá do dané věkové kategorie a jednak počtem zemřelých, resp. intenzitou umírání, vyjádřenou specifickými úmrtnostmi.

V posledním součtovém řádku posledního sloupce je v tabulce uvedena hodnota hrubé míry úmrtnosti. Hrubou úmrtnost bychom ale mohli vypočítat i v případě, že bychom neměli informace o absolutním počtu zemřelých. Jde o to si uvědomit, že hrubá míra úmrtnosti je v podstatě **váženým průměrem specifických úmrtností** uvedených v posledním sloupci tabulky.

Průměrnou úmrtnost za všechny věkové skupiny nevypočítáme prostým součtem specifických úmrtností a jeho vydělením počtem věkových kategorií. Abychom dosáhli správného výsledku, musíme každou specifickou úmrtnost ještě „zvážit“ počtem lidí v dané věkové kategorii. Čítec váženého průměru by byl v našem příkladu vytvořen součtem 21 sčítanců, kdy hodnota každého sčítance je rovna součinu specifické úmrtnosti (uvedené nyní na jednoho obyvatele) a počtu lidí v příslušné věkové kategorii. Do jmenovatele bychom pak dosadili celkový počet lidí v populaci:

$$x = \frac{(0,0029 \times 55000) + (0,0002 \times 238000) + (0,0001 \times 275000) + \dots + (0,415 \times 1000)}{5\,153\,000} =$$
$$\frac{53\,115}{5\,153\,000} = 0,0103$$

Věková struktura populace tedy určuje, jakou váhu mají dílčí specifické úmrtnosti na vytváření průměrné hodnoty úmrtnosti. Čím více je starších lidí v populaci, tím větší váhu v hodnotě celkového ukazatele mají vysoké hodnoty specifických úmrtností a celkově táhnou průměr úmrtností (hrubou úmrtnost) k vyšším hodnotám.

Každý jednotlivý součin specifické úmrtnosti s počtem lidí v příslušné věkové kategorii nám současně udává *očekávaný počet zemřelých* v dané skupině. Takže si můžeme představit, že vlastně pro každou věkovou skupinu dopočítáváme absolutní počty zemřelých. Jejich součet nám dá celkový počet zemřelých, což nám umožní vypočítat hrubou úmrtnost podle klasického vzorce.

$$X = \frac{160+40+30+ \dots+415}{5\,153\,000} = \frac{53\,115}{5\,153\,000} = 0,0103$$

Teď již víme, jak se do hodnoty úmrtnosti promítá věkové složení populace. Pokud chceme vyloučit vliv věku na hodnotu sledovaného ukazatele, musíme ho standardizovat.

Věkově standardizované ukazatele umožňují nezkreslené srovnání dvou populací lišících se svou věkovou strukturou. Pro standardizaci ukazatelů používáme strukturu populace, nazývanou „standardní“, která je stratifikována podle znaku, pro který standardizujeme, tedy v našem případě podle věku. Výpočet standardizovaných ukazatelů může být prováděn různými postupy, nejčastěji buď přímou nebo nepřímou metodou standardizace. Metoda přímé standardizace se používá častěji, v praxi však volíme tu metodu standardizace, pro kterou máme k dispozici potřebné vstupní údaje.

Postup přímé standardizace

Postup přímé standardizace je jednoduchý, lze ho provést ve třech následujících krocích:

1. Zajistíme si potřebné údaje pro přímou standardizaci

Chceme-li provádět standardizaci přímou metodou, rozdělíme všechny populace zařazené do srovnávání na stejné věkové skupiny. Pro tyto věkové skupiny musíme znát reálné hodnoty specifické úmrtnosti.

2. Volba standardu

Dále je třeba zvolit vhodnou standardní populaci. Ta musí být rozdělena na stejné věkové skupiny jako srovnávané populace. U standardní populace musíme znát početní zastoupení lidí v těchto věkových skupinách (tj. věkovou strukturu). Skutečná věková struktura srovnávaných populací se při výpočtu nahradí věkovou strukturou standardní populace.

3. Výpočet standardizovaného ukazatele

Podstata výpočtu je pěkně vyjádřena jednoduchou otázkou. Ptáme se: Jaká by byla úmrtnost ve standardní populaci, kdyby v ní lidé umírali podle skutečných specifických měr úmrtnosti v první (druhé, třetí ...) srovnávané populaci? Tuto otázku opakujeme tolikrát, kolik máme populací ve srovnávání. Na každou otázku odpovídáme vypočítáním hrubé míry úmrtnosti ve standardní populaci.

Volba standardu

Při použití postupu přímé standardizace jsou věkově specifické úmrtnosti reálné populace aplikovány na populaci standardní. Jako standardní populace se obvykle volí:

- jednotka vyššího řádu, tj. například populace ČR, srovnáváme-li kraje, nebo populace kraje při srovnávání okresů pocházejících z jednoho kraje;
- při práci s malými soubory nám jako standard může posloužit součet, příp. průměr srovnávaných populací;
- v mezinárodním srovnávání je nejčastěji k hodnocení úmrtnosti používán tzv. „světový“ či „evropský standard“ (věková struktura modelové světové, resp. evropské populace stanovená Světovou zdravotnickou organizací, příp. Eurostatem). Standardizovaná úmrtnost se v mezinárodním srovnání běžně uvádí v přepočtu na 100 000 obyvatel.

Interpretace standardizovaných ukazatelů

Vypočítané standardizované ukazatele používáme ke vzájemnému srovnávání. Můžeme je řadit podle velikosti a současně sledovat, o kolik se liší ve své hodnotě. Může se udávat také jejich poměr, tedy jaký podíl (v %) představuje např. nižší hodnota z vyšší hodnoty.

Shrnutí

- Do celkových (hrubých) relativních ukazatelů se kromě intenzity sledovaného jevu (např. úmrtnost) promítá i struktura populace z hlediska znaku, který s výskytem sledovaného jevu souvisí (např. věk).
- Pokud srovnáváme populace, které se liší svou strukturou, je vhodné srovnávané ukazatele standardizovat, tj. očistit od vlivu struktury populace, jinak budou naše závěry zkreslené.
- Standardizovat ukazatele můžeme různými postupy, závisí to na tom, jaké vstupní údaje máme k dispozici. Nejčastěji se používá metoda přímé standardizace.
- Standardizovaný ukazatel:
 - je nereálnou, hypotetickou, fiktivní hodnotou, která nám říká, “co by bylo, kdyby”, např. jaká by byla úmrtnost v populaci, kdyby měla věkovou strukturu námi zvolené standardní populace;
 - nevypovídá nic o skutečné intenzitě umírání v populaci, tu stále nejlépe vystihuje hrubá míra úmrtnosti;
 - nemá sám o sobě žádný smysl, význam získává teprve (a jenom) při srovnávání.

- Standardizují se různé relativní ukazatele (nejen úmrtnost, ale také incidence, prevalence, smrtnost atd.) podle různých charakteristik, které mohou ovlivňovat hodnotu ukazatele (vedle věku a pohlaví je to také vzdělání, příjem, povolání, místo bydliště, etnická příslušnost, rodinný stav atd.).
- Standardizované ukazatele používáme také v případě, kdy chceme zhodnotit vývoj určitého ukazatele v čase v jinak stejně definované populaci (třeba výpočtem indexu s pevným či pohyblivým základem). Obyvatelstvo a jeho struktura se v průběhu času neustále mění. Prosté srovnání celkových ukazatelů ve stejné populaci, ale ve dvou poměrně vzdálených obdobích, by také mohlo vést k nesprávné interpretaci. Za standard si v případě časových srovnání volíme strukturu sledované populace v období, které se nachází uprostřed hodnocené časové řady.

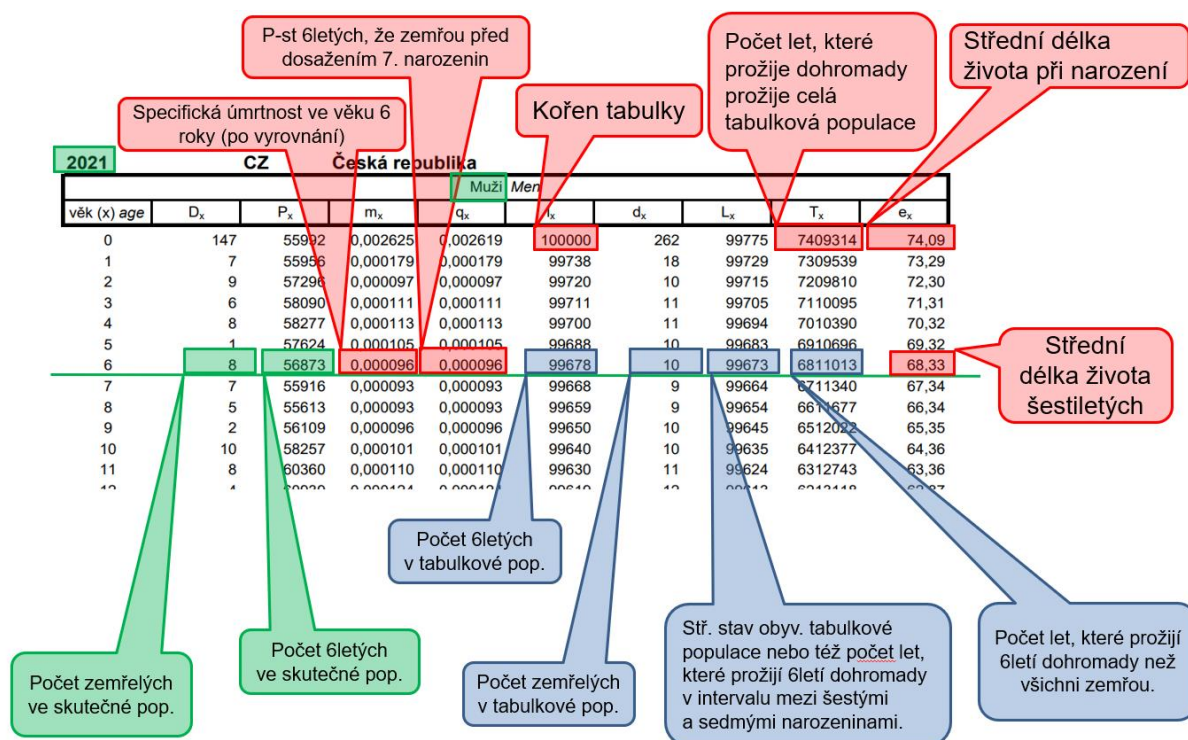
Střední délka života a úmrtnostní tabulky

Střední délka života (e_x), nazývaná také jako **naděje dožití**, je ukazatelem **úmrtnostních tabulek**. Ty jsou součástí širšího systému *tabulek života* (obsahují též tabulky plodnosti, sňatečnosti apod.), které charakterizují řád reprodukce populace. S ohledem na rozdíly v úmrtnosti v závislosti na pohlaví se úmrtnostní tabulky sestavují obvykle zvlášť pro muže a pro ženy. Mohou být podrobné (s ročními intervaly) nebo zkrácené (s pětiletými intervaly). Jsou dostupné jak pro celou ČR, tak i pro jednotlivé kraje nebo i menší územní (okresy) či administrativní (regiony soudržnosti) celky, ale lze je sestavit i pro jinak vymezené skupiny, např. podle nejvyššího dosaženého vzdělání.

Úmrtnostní tabulky odrážejí biologickou a vitální zdatnost populace. Poskytují důležité informace o úmrtnosti a přispívají k analýze zdravotního stavu populace. Jejich využití umožňuje monitorování a porovnávání úmrtnosti mezi různými skupinami a regiony a přispívají k lepšímu pochopení faktorů ovlivňujících zdraví a životnost lidí.

Úmrtnostní tabulky představují logický systém statistických ukazatelů, které popisují, jak by se postupně vyvíjela z hlediska úmrtnosti hypotetická populace složená ze 100 000 osob narozených ve stejném roce (kořen tabulky), pokud by pro ni platily míry specifických úmrtností reálné populace, pro niž jsou tabulky sestavovány.

Obrázek 4: Úmrtnostní tabulky



Metodika úmrtnostních tabulek zahrnuje několik klíčových ukazatelů:

- Tabulkový počet dožívajících (l_x) je hypotetický počet osob, které dosáhly věku x .
- Tabulkový počet zemřelých (d_x) vyjadřuje hypotetický počet zemřelých osob v daném věku, který je odvozen z reálné specifické úmrtnosti.
- Počet zemřelých (D_x) udává skutečný absolutní počet zemřelých ve věku x .
- Počet obyvatel (P_x) představuje absolutní počet obyvatel dané věkové skupiny k 1. 7. konkrétního kalendářního roku (střední stav).
- Specifická úmrtnost (m_x) vyjadřuje úmrtnost ve věku x v tabulkové populaci.
- Pravděpodobnost úmrtí (q_x) vyjadřuje pravděpodobnost úmrtí x -leté osoby před dosažením věku $x+1$, zatímco pravděpodobnost přežití (p_x) vyjadřuje pravděpodobnost, že x -letá osoba dosáhne věku $x+1$.
- Střední stav tabulkové populace (L_x), střední stav tabulkové populace (počet osob ke středu ročního intervalu) ve věku x , příp. jde o počet let, které dohromady prožijí osoby mezi v průběhu ročního intervalu, který začíná dosažením věku x a končí dosažením věku $x+1$.
- Počet let života (T_x) je kumulativním součtem hodnot L_x v celé tabulce. Je to počet let, které ještě mají dohromady k prožití všechny osoby ve věku x .

- **Střední délka života (e_x)**, udává, kolik v průměru let připadá ještě k prožití osobě ve věku x . Platí tedy, že $e_x = T_x/l_x$.

Metodu úmrtnostních tabulek lze také použít pro sledování osudu nemocných osob (uzdravení, komplikace, úmrtí apod.) například od stanovení diagnózy, od provedení operace nebo od změny v způsobu léčby. Můžeme třeba sledovat, jaká je **pravděpodobnost** pětiletého (desetiletého atd.) **přežití pacientů** po transplantaci kostní dřeně, resekci jater ap.

Střední délka života je tzv. hypotetický ukazatel, který vyjadřuje, **kolik let má ještě v průměru k prožití osoba právě x -letá, ovšem za předpokladu, že se v průběhu jejího dalšího života nebudou měnit specifické úmrtnosti, na nichž jsou úmrtnostní tabulky založeny**. Intenzita specifických úmrtností se však v čase samozřejmě mění, proto se celé tabulky musí konstruovat každý rok znovu.

Střední délka života je velmi dobrým ukazatelem úrovně úmrtnosti v populaci v daném roce. Jeho hodnoty jsou nezávislé na počtu narozených v minulosti nebo na věkové struktuře populace, což umožňuje jeho **přímé srovnávání mezi různými zeměmi nebo regiony**. Vývoj střední délky života v čase charakterizuje vývoj úmrtnosti, přičemž průměr je ovlivněn zejména kojeneckou úmrtností (země s vysokou kojeneckou úmrtností mají výrazně kratší délku života).

Střední délka života je často zaměňována s jinými ukazateli. Je proto důležité vědět, že tento ukazatel **není**:

- *průměrný věk* (tím se myslí průměrný věk žijící populace);
- *průměrný věk při úmrtí v reálné populaci*, pro kterou se v daném roce tabulky počítají (tento ukazatel je ovlivněn rozdílnou četností jednotlivých ročníků v populaci);
- *normální délka života*, tj. věk, ve kterém umírá nejvíce lidí (určuje se jako modus zemřelých v tabulkové populaci);
- *pravděpodobná délka života*, tj. věk, jehož pravděpodobnost dožití se rovná 0,5 (jde vlastně o medián zemřelých v tabulkové populaci).

Samotné prodlužování délky života nepodává dostatečnou informaci o zdravotním stavu populace. Je rozdíl, jestli její délka roste pouze díky medicínskému prodlužování života již nemocných lidí nebo jestli se prodlužuje díky tomu, že lidé prožijí více let ve zdraví. Proto bylo značné úsilí věnováno tvorbě ukazatelů, které odrážejí vedle samotné délky života také

jeho kvalitu vyjádřenou zdravotním stavem. Mnoho takových ukazatelů vychází ze střední délky života, která je zkrácena o počet let prožitých ve zhoršeném zdravotním stavu či nemoci.

Takové ukazatele se souhrnně nazývají *ukazatele délky života podle zdravotního stavu*. Např. Eurostat pro hodnocení celkového zdraví používá ukazatel **délka života ve zdraví** (*Healthy Life Years – HLY*). Je definován jako průměrný počet let, který v průměru zbývá osobě v určitém věku k prožití bez omezení v běžných činnostech. Jeho výpočet vychází z úmrtnostních tabulek, které jsou kombinovány s daty o věkově specifické prevalenci osob bez dlouhodobého omezení aktivit. Prevalence se zjišťují v pravidelně probíhajících výběrových šetřeních. Světová zdravotnická organizace zase používá ukazatel **naděje dožití ve zdraví** (*Healthy Life Expectancy – HLE*). K výpočtu tohoto ukazatele je využíváno kombinace úmrtnostních tabulek s více zdroji a širokou škálou různých aspektů zdraví. Vyjadřuje počet let, který v průměru zbývá osobě v určitém věku k prožití ve zdraví (ve významu dobrého zdravotního stavu).

Úkoly na doplnění a procvičení tématu typy ukazatelů

1. Určete u každého z demografických ukazatelů v pracovním listu, který najdete na konci kapitoly 3, jestli jde o ukazatele struktury, frekvence nebo o index, popř. o jiný typ ukazatele.
2. Z údajů v tabulce vypočítejte index s pevným a s pohyblivým základem. Oba indexy interpretujte.

Věkově standardizovaná prevalence obezity u osob starších 18 let s hodnotou BMI 30 a vyšší:

Rok	Prevalence obezity v %	Index s pevným základem (v %)	Index s pohyblivým základem (v %)
1980	15,9		
1990	18,8		
2000	21,0		
2010	23,9		
2020	25,1		

3. Proč byly v časové řadě v předchozí otázce použity věkově standardizované prevalence?

4. Na základě údajů v tabulkách vypočítejte věkově standardizované úmrtnosti pro populace mužů okresu Blansko a okresu Brno-město. O čem výsledné hodnoty vypovídají? Jako standard byla zvolena populace Jihomoravského kraje. Je to vhodně zvolený standard?

Věková struktura a specifická úmrtnost mužů v okrese Blansko

Rok	Počet obyvatel	Počet zemřelých	Specifická úmrtnost (na 1 000)
0–14	9 524	2	0,2
15–64	34 827	126	3,6
65+	13 490	470	34,8
Celkem	54 161	598	11,0

Věková struktura a specifická úmrtnost mužů v okrese Brno-město

Rok	Počet obyvatel	Počet zemřelých	Specifická úmrtnost (na 1 000)
0–14	32 327	11	0,3
15–64	126 649	400	3,2
65+	33 004	1 772	53,7
Celkem	191 980	2 183	11,4

Věková struktura standardu

Rok	Počet obyvatel ve standardu
0–14	103 000
15–64	391 000
65+	103 000
Celkem	597 000

5. Základním ukazatelem úmrtnostních tabulek je střední délka života. Máme hodnoty střední délky života: $e_{45} = 37,95$ pro ženy a $e_{45} = 32,75$ pro muže. Co přesně znamenají? A můžeme přímo srovnávat střední délku života mužů a žen? Uveďte důvod.

Použité zdroje

Eurostat. Statistics Explained: Healthy life years statistics. Accessed November 18, 2024. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthy_life_years_statistics)

[explained/index.php?title=Healthy life years statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthy_life_years_statistics)

Gerylovová A, Holčík J. *Úvod do základů statistiky*. Masarykova univerzita; 2011.

Košťáková T. *O složitém jednoduše aneb nebojte se statistiky, nekouše*. Český statistický úřad; 2019. <https://www.czso.cz/documents/10180/111112819/99020519.pdf>

ÚZIS ČR. *Zdravotnická ročenka České republiky 2021*. ÚZIS ČR; 2022. Accessed November 28, 2023. <https://www.uzis.cz/res/f/008435/zdrroccz2021.pdf>

World Health Organization. Indicator Metadata Registry Details. Accessed November 20, 2023. <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/66>

6. MĚŘENÍ FREKVENCE NEMOCÍ V POPULACI

Při hodnocení zdravotního stavu populací a jejich podskupin obvykle neměříme, jak moc jsou lidé zdraví, ale sledujeme nemocnost a úmrtnost, takzvané **negativní míry zdraví**, které nám říkají,

- jak moc jsou lidé nemocní a s čím stonají,
- jak moc umírají a z jakých příčin.

Nemocnost

Úkolem deskriptivní epidemiologie je kvantifikovat výskyt nemocí pomocí vhodných ukazatelů. Nejjednodušším postupem je vyjádření absolutního počtu nově vzniklých nebo již existujících případů nemoci. Takové údaje jsou důležité např. pro plánování zdravotnických služeb a alokaci zdrojů v péči o zdraví. Při popisu a analýze zdravotního stavu populace je však potřeba pracovat s relativními ukazateli, které vztahují počty případů nemoci jednak k velikosti sledovaného souboru, jednak k časovému období, v němž byl soubor osob pozorován.

Předmět a jednotka měření

Nejčastěji sledovanými jevy v epidemiologii jsou **nemoci a úmrtí**, můžeme ale sledovat také mnoho **jiných událostí**, které souvisejí se zdravotním stavem populace, např. návštěvy u lékaře, pracovní neschopnosti či hospitalizace.

Jednotkou sledování v epidemiologických studiích bývá obvykle **osoba jako nositel nemoci**. Zaznamenáváme počty nemocných osob (např. počet diabetiků, počet nemocných angínou, počet hospitalizovaných s infarktem myokardu apod.). V rutinních statistikách nemocnosti naproti tomu je jednotkou sledování **případ onemocnění** (pracujeme s údaji o počtu angín, případů infarktu myokardu, návštěv lékaře atd.), a to hlavně z důvodu potřeby anonymizovat citlivá data. Nevýhodou je, že nepoznáme, zda se nemoc vztahuje pokaždé k jinému člověku, nebo jestli se u někoho objevila opakovaně. Jeden člověk může být ve statistice zastoupen několika případy stejného onemocnění. Na tuto skutečnost nesmíme zapomínat při interpretaci statistik nemocnosti.

V epidemiologických šetřeních je ale jednotkou šetření zpravidla konkrétní osoba, u které zjišťujeme informace o nemoci, o jejím průběhu, trvání či opakovaném výskytu. Kromě

samotné nemoci se zjišťuje i mnoho dalších znaků – různých charakteristik osob a prostředí, které jsou z hlediska výskytu nemoci důležité.

Může také nastat situace, že jednotkou sledování jsou populační celky. Pak pracujeme s agregovanými údaji za tyto populace (více viz ekologické studie v kapitole 9).

Studovaná populace

Každou populaci, ve které provádíme šetření, musíme definovat *časově, místně a věcně*. **Časové určení** spočívá ve stanovení intervalu, v jehož průběhu budeme populaci sledovat, příp. v určení rozhodného časového okamžiku (např. konkrétní den), ke kterému sbíráme platné údaje. **Místně** můžeme populaci vymezit jako obyvatelstvo státu (kraje, okresu), pacienty určité nemocnice, studenty konkrétní školy apod. **Věcně** definujeme populaci charakteristikami osob, jako jsou věk, pohlaví, bydliště, vzdělání, ekonomická aktivita, druh nemoci, její průběh, způsob léčby atd.

Populace, která je předmětem našeho sledování, se označuje jako **cílová populace** a její určení vždy závisí na cílech prováděného šetření. Pokud provádíme šetření na celé cílové populaci, hovoříme o **úplném** či **vyčerpávajícím šetření**. Cílové populace ale bývají velmi rozsáhlé a z organizačních, finančních a časových důvodů není zpravidla možné vyčerpávající šetření provést. Proto se obvykle přistupuje k **výběrovým šetřením**, kdy zkoumáme pouze reprezentativní vzorek cílové populace. Aby byl vzorek reprezentativní, musíme k jeho vytvoření použít vhodné postupy, tedy některou z metod **náhodného výběru**. Zjištění získaná v reprezentativním vzorku pak můžeme pomocí metod indukční statistiky zobecnit na celou cílovou populaci, z níž byl vzorek vybrán.

Velikost výběrového souboru je důležitá z hlediska statistického vyhodnocení studie i pro následné zobecnění výsledků na cílovou populaci. Pro určení vhodné velikosti výběru existují statistické výpočty, které zohledňují variabilitu sledovaných znaků i požadovanou přesnost a spolehlivost závěrů.

Pojem populace se v epidemiologické terminologii vyskytuje často s různými přívlastky. U studované populace je např. důležité, jestli jde o populaci otevřenou nebo uzavřenou. **Otevřená populace** přijímá v průběhu šetření nové jedince a zároveň původní jedince ztrácí. Pokud sledujeme obecnou populaci (např. v rutinních statistikách), dochází v ní k obměně osob

přirozenou a mechanickou měnou. V dlouhodobých epidemiologických studiích také může docházet k tomu, že někteří účastníci ze studie v průběhu času z různých důvodů odejdou. To se musí zohlednit již při stanovování velikosti výběrového souboru. Někdy může být ve studii nastaven mechanismus, jak odešlé účastníky nahradit novými. **Uzavřená populace** je typicky používaná ve studiích, které mají relativně krátkou dobu trvání a je důležité, abychom v jejich průběhu sledovali stále tytéž osoby.

Rozlišujeme dále populaci exponovanou a neexponovanou. Jako **exponovaná** se označuje populace vystavená působení určitého faktoru, jenž souvisí s výskytem nemoci a jehož účinky chceme zjišťovat. Může jít o **rizikový faktor**, který zvyšuje pravděpodobnost výskytu zdravotních obtíží (např. kouření), ale i o **protektivní faktor**, jehož působením se pravděpodobnost výskytu zdravotních obtíží snižuje (např. přiměřená pohybová aktivita). Opačná populace, ve které se takový faktor nevyskytuje (např. nekuřáci), je pak nazývána **neexponovaná**.

Důležitým pojmem je rovněž tzv. **populace v riziku**. Jde o populaci, v níž jsou zahrnuty pouze ty osoby, u kterých může teoreticky dojít ke sledovanému jevu (nemoci, úmrtí). V epidemiologických studiích by se ideálně vždy mělo pracovat pouze s populací v riziku onemocnění. Např. pokud se ve studii zabýváme výskytem karcinomu dělohy, neměli by být do sledované populace samozřejmě zahrnuti muži, ale vyloučeny by měly být např. i ženy po hysterektomii. Pokud nevyločíme osoby, které nejsou v riziku onemocnění, bude informace o výskytu nemoci *podhodnocená*.

Ukazatele nemocnosti

Nemoc chápeme jako proces, který má začátek, průběh a konec. Nemocnost pak můžeme charakterizovat třemi základními ukazateli, a sice průměrnou dobou trvání onemocnění, incidencí a prevalencí.

Průměrná doba trvání onemocnění

Průměrná doba trvání onemocnění (t) se počítá tak, že sečteme všechny prostonané dny a dělíme je počtem případů nemoci. Zásadní pro tento ukazatel je přesné určení začátku a ukončení každého jednotlivého případu onemocnění.

U nemocí s krátkým trváním se průměrná doba trvání vyjadřuje ve dnech, u chronických onemocnění v letech. V poslední době je například patrné prodlužování průměrné délky trvání některých chronických nemocí, kdy v důsledku časnější diagnózy a účinnější léčby dochází k prodlužování života nemocných. Pomocí tohoto ukazatele můžeme sledovat vývoj průměrné doby trvání také např. u hospitalizací či pracovních neschopností.

Incidence

Incidence (I) je vždy **intervalový ukazatel**. Nevypovídá o celkovém počtu nemocných v populaci, ale pouze o tom, jak přibývají **nové případy** nemoci. **Absolutní incidence** udává celkový počet nově zaznamenaných nemocných nebo případů nemoci v populaci v průběhu vymezeného časového intervalu. **Relativní incidence** pak tento počet vztahuje k velikosti populace v riziku a době sledování. V epidemiologii se můžeme setkat s různými ukazateli relativní incidence, nejčastěji se ale počítají dvě, a to incidence *risk* a incidence *rate*.

Incidence risk (*cumulative incidence, incidence proportion, cumulative incidence rate*) je z hlediska konstrukce **ukazatelem struktury a uvádí pravděpodobnost (riziko) vzniku onemocnění ve sledované populaci v určeném časovém intervalu**. Výpočet tohoto ukazatele je vhodný, pokud pracujeme s uzavřenou populací. Větší úbytek osob v průběhu sledování by totiž mohl vést ke zkreslení hodnoty ukazatele.

Incidence *risk* se vypočítá tak, že počet nově nemocných dělíme počtem lidí ve sledované populaci, kteří byli na počátku sledování bez této nemoci (tj. tvořili populaci v riziku). Výsledné číslo vyjadřuje odhad pravděpodobnosti (rizika), že jedinec ve sledovaném období onemocní. Riziko onemocnění se obvykle vyjadřuje v procentech. Pokud je ale výsledné číslo opravdu velmi malé, můžeme ho násobit 10 000 nebo 100 000. Pak se riziko uvádí v počtu nově nemocných na 10 000 či 100 000 sledovaných osob. Pozor, současně s rizikem uvádíme vždy i **dobu sledování**, neboť s délkou sledování samozřejmě riziko onemocnění roste.

$$I_{risk} = \frac{\text{počet osob, které nově onemocněly v průběhu sledování}}{\text{počet osob, které byly na počátku sledování bez nemoci}}$$

Při výpočtu **incidence rate** (*incidence density*) dělíme počet nových nemocí součtem dob (dnů, měsíců, roků), po které byly osoby sledovány a zároveň byly v riziku onemocnění. Údaj ve jmenovateli se označuje jako **osobočas**. Ukazatel se počítá ve studiích, ve kterých pracujeme

s otevřenou populací, což může být například u longitudinálních kohortových studií. Konstrukce jmenovatele řeší v těchto studiích běžný problém s nestejně dlouhou dobou sledování jednotlivých účastníků studie v důsledku předčasného odchodu některých původních účastníků a případném nabírání účastníků nových.

Incidence rate je průměrnou mírou, vyjadřuje frekvenci, s jakou dochází během daného časového intervalu ke vzniku nových onemocnění, a to tak, že udává průměrný počet nově zjištěných onemocnění připadajících na jednotku osobočasu.

$$I_{rate} = \frac{\text{počet osob, které nově onemocněly v průběhu sledování}}{\text{osobočas sledování}}$$

V **rutinních statistikách** nebo ve velkých souborech, kde není možné sledovat dobu účasti ve studii za jednotlivce, se při výpočtu incidence používá ve jmenovateli místo součtu osobočasů údaj o středním stavu (resp. se průměrný počet účastníků násobí dobou sledování). V rutinních statistikách bývají navíc jednotkou sledování případy nemoci, což je třeba brát v úvahu při interpretaci ukazatele, kdy např. u incidence infekčních onemocnění se počet případů onemocnění nemusí rovnat počtu nemocných lidí. Tato incidence nás informuje o tom, s jakou intenzitou přibývají nové případy nemoci na určitý počet obyvatel středního stavu (na 1000, 100 000 apod.).

Prevalence

Prevalence (P) vypovídá o celkovém výskytu onemocnění v populaci buď v určitém časovém okamžiku nebo intervalu. Podle toho pak rozeznáváme prevalenci okamžikovou a prevalenci intervalovou. Prevalence je dobrým ukazatelem pro potřeby řízení zdravotnictví. Podává informaci o objemu nemocných v populaci.

Okamžiková prevalence vyjadřuje podíl nemocných osob k určitému datu ve sledovaném souboru:

$$P = \frac{\text{celkový počet nemocných k určitému datu}}{\text{počet lidí v populaci ke stejnému datu}}$$

Zahrnuje všechna, tedy nová i trvající onemocnění bez ohledu na délku jejich trvání. Patří mezi *ukazatele struktury*, a proto ji vyjadřujeme obvykle v procentech. Např. z rutinních statistik vyčteme, že prevalence diabetu k 31. 12. 2023 byla v české populaci 10 %. Okamžiková prevalence slouží k odhadu pravděpodobnosti (rizika) výskytu daného onemocnění v populaci.

Intervalová prevalence je na rozdíl od okamžikové prevalence *ukazatelem frekvence*:

$$IP = \frac{\text{okamžiková prevalence na začátku intervalu} + \text{incidence}}{\text{osobočas sledování (nebo střední stav)}}$$

V čitateli tohoto ukazatele je součet okamžikové prevalence na počátku intervalu a incidence daného intervalu. Do jmenovatele dáváme **osobočas** (součet dob, po kterou byli jednotliví lidé v populaci v riziku onemocnění). U velkých populací a v rutinních statistikách se nahrazuje osobočas údajem o středním stavu obyvatel. Vypočítaný ukazatel vypovídá o počtu nemocných osob, které se vyskytly ve vymezeném časovém intervalu na jednotku osobočasu.

Průměrná intervalová prevalence se počítá tak, že do čitatele vkládáme údaj o průměrné denní prevalenci nemocných ve sledovaném intervalu, který vztáhneme k údaji o středním stavu sledovaných osob vloženému do jmenovatele:

$$PIP = \frac{\text{průměrný počet nemocných připadající na 1 den sledovaného intervalu}}{\text{osobočas sledování (nebo střední stav)}}$$

Výsledek se udává v procentech a vyjadřuje průměrné denní procento nemocných za sledovaný interval. Vypovídá o tom, kolik procent osob ze sledované populace bylo v průměru nemocných v každém dnu sledovaného intervalu.

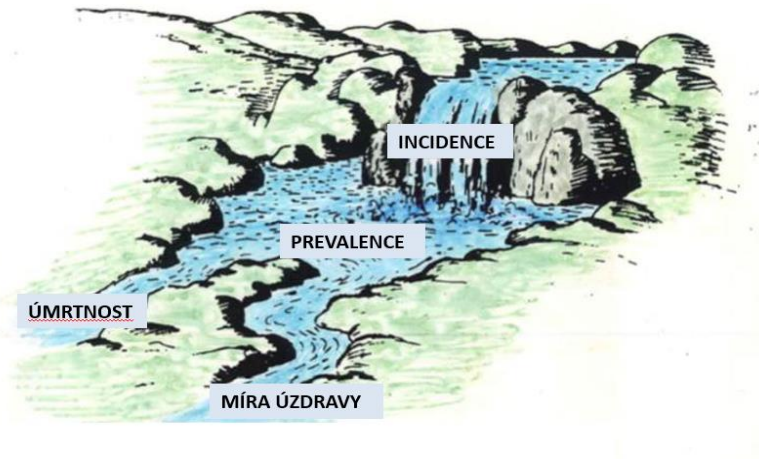
Celkové, specifické a standardizované ukazatele nemocnosti

Stejně jako u demografických ukazatelů (viz kapitola 3) i zde platí, že ukazatele nemocnosti můžeme počítat nejen jako hrubé ukazatele za celou populaci, ale také jako specifické ukazatele pro vytvořené podskupiny (nejčastěji podle věku, ale třeba také podle vzdělání, rodinného stavu apod.). Rovněž pro ukazatele nemocnosti je vhodné počítat odděleně pro muže a pro ženy. A taktéž při srovnávání celkové incidence a prevalence mezi populacemi, které se liší svou věkovou strukturou, je žádoucí tyto ukazatele nejprve standardizovat podle věku.

Vztahy mezi ukazateli

Důležité je znát nejen vztahy mezi ukazateli nemocnosti navzájem, ale také vztahy mezi ukazateli nemocnosti a úmrtnosti, příp. ukazateli úzdravy. Jsou popsány v bodech pod obrázkem 5, který dobře popisované vztahy ilustruje.

Obrázek 5: Vztahy mezi ukazateli nemocnosti, úmrtnosti a úzdravy.



Zdroj: Barker DJP, Cooper C, Rose G. *Epidemiology in Medical Practice*. 5th ed. Churchill Livingstone; 1998; p. 49, upraveno.

- Každý nový případ nemoci zvyšuje její incidenci, ale i prevalenci.
- Incidence tedy nemůže být nikdy vyšší než (intervalová) prevalence, počítaná za stejné období.
- Ke snížení prevalence dochází v důsledku uzdravení či úmrtí.
- Prevalence se zvyšuje, pokud roste průměrná doba trvání nemoci.
- Je-li míra uzdravení a úmrtí nízká, pak i nízká incidence může způsobovat vysokou prevalenci.
- Zvýšení incidence (a tedy i prevalence) nemoci může být důsledkem kvalitnějších dg. postupů – časnějšího odhalení nemoci (např. screening).
- V případě akutních nemocí s krátkou dobou trvání mezi incidencí a prevalencí velké rozdíly nebývají.
- Největší rozdíly mezi incidencí a prevalencí obvykle nacházíme u nemocí s dlouhou dobou trvání, tj. u chronických nemocí.
- V případě otevřených populací s vyšší mírou migrace se prevalence nemoci ve sledované populaci:

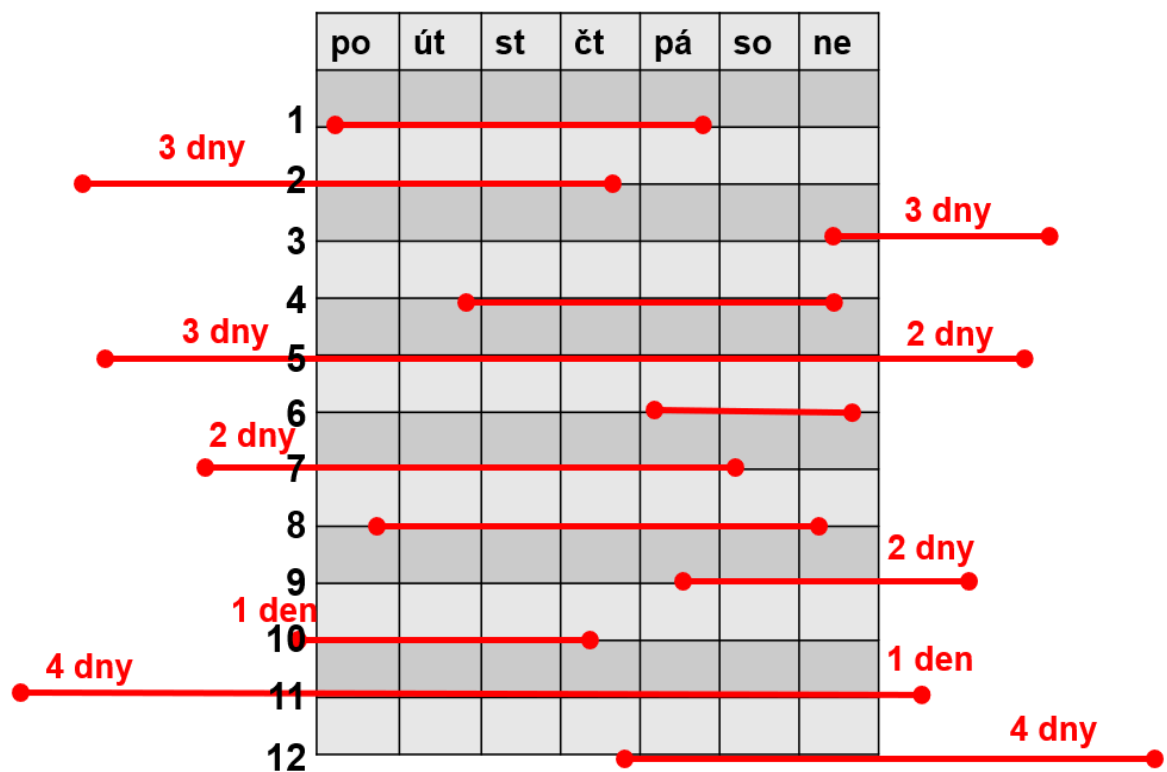
- může zvýšit přistěhováním nemocných (nebo k nemoci náchylnějších) osob (*in-migration of cases*) či odstěhováním zdravých osob (*out-migration of healthy people*).
- může snížit v důsledku přistěhování zdravých jedinců do sledované populace či odstěhováním nemocných (nebo k nemoci náchylnějších) lidí.
- Pokles úmrtnosti nemusí znamenat snížení incidence, ale pouze účinnější léčbu.
- Rozdíly v prevalenci mohou být výsledkem jak různé incidence, tak různé míry uzdravení či různé míry úmrtnosti.
- V případě stabilní nemocnosti je prevalence přímo úměrná incidenci a délce trvání nemoci lze vztah mezi ukazateli nemocnosti vyjádřit vzorcem $P = I \times t$.

Používání ukazatelů

Pomocí uvedených ukazatelů můžeme popisovat výskyt nemocí z hlediska charakteristik osob, místa a času. Kdo? Kde? Kdy? To jsou základní otázky, na které hledáme odpovědi. Kvalita ukazatelů závisí na vstupních datech, která máme k dispozici. Je potřeba si ujasnit, jak se určuje, kdo a od kdy je nemocný, jaká diagnostická kritéria se používají pro určení případu nemoci. Dále je u každého ukazatele nutné uvést, za jaký interval nebo k jakému časovému okamžiku se vztahuje. Dobrý popis výskytu nemoci umožňuje zjistit, o jak rozšířený zdravotní problém jde a kdo je v největším riziku onemocnění. Dále lze na jeho základě formulovat hypotézy např. o faktorech, které významně přispívají ke vzniku nemoci. Tyto hypotézy mohou být následně ověřovány v analytických epidemiologických studiích. Při srovnávání hodnot ukazatelů mezi různými populacemi je na místě opatrnost v interpretaci, protože sem může vstupovat vícero faktorů, jež mohou výsledky srovnání zkreslovat.

Úkoly na doplnění a procvičení tématu měření frekvence nemocí v populaci

- Mezi ukazateli zdravotního stavu existují vztahy. Jaká změna v uvedených ukazatelích může zvyšovat prevalenci nemoci v populaci (viz obrázek 5)?
- Je pravda, že největší rozdíl mezi incidencí a prevalencí bývá obvykle u nemocí s krátkou průměrnou dobou trvání?
- Zajímá nás výskyt diabetu II. typu v okrese Brno-město v loňském roce. Máme k dispozici údaje o stavu obyvatelstva, takže víme, že k 1. 1. bylo v okrese 396 000 obyvatel a k 31. 12. 381 000 obyvatel. Přitom na začátku roku zde bylo již evidováno 31 500 lidí s diabetem. V průběhu roku pak přibylo 450 nově nemocných. Vypočítejte:
 - incidenci *risk* diabetu ve sledovaném roce;
 - okamžikovou prevalenci diabetu k 1. 1. daného roku;
 - okamžikovou prevalenci diabetu k 31. 12. daného roku;
 - intervalovou prevalenci v daném roce.
- Máme záznam o výskytu nemoci v průběhu jednoho kalendářního týdne v souboru 500 lidí. V daném týdnu se sledovaná nemoc objevila pouze u 12 osob. U každé této osoby máme záznam o průběhu nemoci – viz následující obrázek:



Červená čára znázorňuje délku trvání nemoci u jednotlivých osob očíslovaných od 1 do 12. Šedá plocha znázorňuje kalendářní týden, ve kterém jsme soubor osob sledovali. Na základě údajů v obrázku vypočítejte a interpretujte:

- a) incidenci *risk* ve sledovaném týdnu,
- b) incidenci *rate* za daný týden (v osobodnech),
- c) okamžikovou prevalenci ke čtvrtku daného týdne,
- d) intervalovou prevalenci,
- e) průměrnou intervalovou prevalenci.

Použité zdroje

Bencko V, Hrach K, Malý M, et al. *Statistické metody v epidemiologii. Svazek 1*. Karolinum; 2003.

Bonita R, Beaglehole R, Kjellström T. *Basic Epidemiology*. Geneva World Health Organization; 2006.

Gerylovová A, Holčík J. *Úvod do základů statistiky*. Masarykova univerzita; 2011.

Göpfertová D, Hladíková M, Šejda J, Hroboň P. *Epidemiologie: průvodce epidemiologickou metodou*. Triton; 1999.

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011

7. DIAGNÓZA V EPIDEMIOLOGICKÝCH ŠETŘENÍCH

Před zahájením jakékoliv epidemiologické studie je nezbytné na základě výstižné definice nemoci stanovit kritéria, která nám umožní o každé osobě ve zkoumaném souboru jednoznačně rozhodnout, zda se u ní vyskytuje či nevyskytuje sledované onemocnění. Provádění takového rozhodnutí pak v populačních šetřeních označujeme za diagnostiku. Klinické diagnostické testy nejsou obvykle pro populační šetření vhodné, protože bývají invazní, nákladné a také náročné na správné provedení. V populačních šetřeních ale rozhodnutí o přítomnosti či nepřítomnosti nemoci musí být často provedeno v relativně krátkém čase, u velkého počtu lidí, a ne vždy v úplně příznivých podmínkách. Je proto důležité, aby diagnostický proces byl co nejjednodušší, i za cenu nižší validity použitého testu.

Diagnóza v epidemiologii je proto často založena na provedení tzv. **rutinního testu**. V něm je zjišťována přítomnost jednoho nebo několika málo znaků, které nejlépe vystihují sledované onemocnění. Výsledkem testu je pouze dichotomická odpověď – tj. osoba má výsledek testu buď pozitivní nebo negativní. Test samotný přitom mívá různou podobu – může jít o:

- klinické vyšetření,
- laboratorní vyšetření (tkání, tekutin),
- měření fyziologických funkcí (vitální kapacita plic),
- dotazník či řízený rozhovor (různé baterie otázek pro odhad diagnózy, např. test na přítomnost syndromu vyhoření),
- případně se může využít i kombinace těchto postupů.

Diagnóza v epidemiologických šetřeních se zásadně liší od diagnózy klinické (viz rámeček 1). Množství informací, na jejichž základě se epidemiologická diagnóza provádí, je omezené a riziko chyby je u ní větší. Před zahájením šetření je proto nezbytné věnovat výběru rutinního testu co největší pozornost a tím minimalizovat množství chyb.

Rámeček 1: Rozdíly mezi klinickou a epidemiologickou diagnózou

KLINICKÁ DIAGNÓZA	EPIDEMIOLOGICKÁ DIAGNÓZA
U KOHO: u těch, kteří sami navštíví zdravotnické zařízení	U KOHO: u různě definovaných skupin lidí a populací
PŘEDMĚT ZÁJMU: konkrétní člověk a jeho nemoc (mechanismy jejího vzniku, příčiny patologických změn)	PŘEDMĚT ZÁJMU: populační zdraví, frekvence a rozložení nemoci v populaci, její závažnost a všechny okolnosti, které s výskytem a rozložením nemoci souvisejí
CÍL: vyléčení pacienta	CÍL: prevence nemoci, ochrana zdraví velkých skupin lidí, ovlivnění obrazu nemoci v populaci
INFORMACE: velké množství informací (osobní a rodinná anamnéza, klinická a laboratorní vyšetření)	INFORMACE: využívá velmi zredukované informace, k dispozici jsou pouze výsledky testů ve formě +/-
SUBJEKTIVNÍ PRVEK: ZÁSADNÍ, při shrnutí informací jsou důležité teoretické znalosti a osobní zkušenosti lékaře	SUBJEKTIVNÍ PRVEK: je potlačen, což je dáno vlastnostmi testu; výsledek testu je stejný bez ohledu na to, kdo test vyhodnocuje
SPRÁVNOST: - množství objektivních dat - využívání subjektivních zkušeností, což povyšuje diagnostiku na umění	SPRÁVNOST: riziko chyby je vyšší než u klinické diagnózy, je nutno věnovat velkou pozornost výběru diagnostického testu, sledovat jeho vlastnosti a tím minimalizovat množství chyb.

Vlastnosti testů

Jako každé jiné měření i testy mají dvě základní vlastnosti, a to *reliabilitu a validitu*.

Reliabilita (přesnost, či opakovatelnost) testu

Reliabilní je takový test, který dává při opakované aplikaci stejné výsledky (za předpokladu, že se stav testovaného objektu nemění). Rozdílné výsledky při opakovaném použití testu mohou být též způsobeny:

- biologickou variabilitou (změna objektu měření),
- chybami měření, které mohou být způsobeny pozorovatelem nebo použitým postupem či přístrojem.

K měření reliability testu se používají speciální statistické metody, které srovnávají, do jaké míry se frekvence a velikost skutečně zjištěných rozdílných výsledků shodují s těmi, které by mohly vzniknout čistě náhodou. Tím je možné vyhodnotit, zda je daný test dostatečně přesný a zda můžeme jeho výsledkům důvěřovat.

Validita (správnost) testu

Validní je takový test, který měří to, co skutečně měřit chceme. Validita testu je dána jeho schopností označovat jako test pozitivní ty osoby, které sledovanou nemoc mají a jako test negativní ty osoby, které nemoc nemají.

- Před použitím se u každého (klinického i rutinního) testu zjišťuje jeho validita, provádí se tzv. validizace testu.
- Studie, jejichž cílem je validizace nového testu, jsou samy o sobě specifickým typem epidemiologické studie a v případě validizace klinického diagnostického testu i příkladem využití epidemiologických metod pro účely klinické medicíny.

Průběh validizace testu

1. Zvolíme soubor osob, tj. **reprezentativní vzorek** populace, u které se bude test používat. Je třeba myslet na skutečnost, že v různých podskupinách sledované populace mohou být hodnoty senzitivity a specifity odlišné – např. v závislosti na průběhu a stadiu nemoci, na přidružené nemoci apod. Pokud by zastoupení těchto podskupin ve vzorku neodpovídalo jejich výskyt u v reálné populaci, byla by zjištěná validita testu zkreslená.
2. Vyšetříme všechny osoby novým testem a o každé rozhodneme, zda má výsledek testu **pozitivní nebo negativní**.
3. Stejný soubor vyšetříme podruhé, tentokrát metodou, která nám dává správné výsledky. Jde o tzv. **zlatý standard** (např. klinické či laboratorní vyšetření), jenž u každé osoby stanoví, zda **skutečně má či skutečně nemá sledovanou nemoc**.
4. Na základě výsledků tohoto dvojího testování **vypočítáme míru validity** nové metody, a to určením specifity, senzitivity a prediktivních hodnot výsledků testů.

Charakteristiky validity

Senzitivita

- je schopnost testu označit jako pozitivní osobu, která je skutečně nemocná,
- vyjadřuje podíl test pozitivních osob z celkového počtu nemocných (v %).

Specifita (též označovaná jako **specificita** či **specifičnost**)

- je schopnost testu označit jako negativní osobu, která je skutečně zdravá,
- udává podíl test negativních osob z celkového počtu zdravých (v %).

Východiskem pro výpočet ukazatelů validity je čtyřpolní tabulka, ve které jsou zaznamenány výsledky validizace testu.

Tabulka 3: Výsledky validizace testu zapsané ve čtyřpolní tabulce

Výsledek testu	Skutečnost (stand. metoda)		Celkem
	Nemocní	Zdraví	
Pozitivní	a	b	a+b
Negativní	c	d	c+d
Celkem	a+c	b+d	a+b+c+d

a = správně pozitivní **b** = falešně pozitivní

d = správně negativní **c** = falešně negativní

$$\text{Senzitivita} = \frac{a}{a + c} \times 100 \text{ (v \%)}$$

- je tím vyšší, čím méně produkuje falešně negativních výsledků.

$$\text{Specifita} = \frac{d}{b + d} \times 100 \text{ (v \%)}$$

- je tím vyšší, čím méně produkuje falešně pozitivních výsledků.

Ukazatele predikce

Ukazatele predikce jsou další ukazatele validity testu, které vypovídají o významu pozitivního či negativního výsledku testu pro testovaného jedince. Také jejich výpočet probíhá z výše uvedené tabulky.

- **Prediktivní hodnota pozitivního testu** udává pravděpodobnost, že osoba označená testem jako pozitivní, je skutečně nemocná. Dopočet do 100 % pak vyjadřuje pravděpodobnost, že osoba nemoc nemá, i když je výsledek testu pozitivní.

$$P^+ = \frac{a}{a + b} \times 100 \text{ (v \%)}$$

- **Prediktivní hodnota negativního testu** vyjadřuje pravděpodobnost, že osoba označená testem jako negativní je skutečně zdravá.

$$P^- = \frac{d}{c+d} \times 100 \text{ (v \%)}$$

Obě prediktivní hodnoty testu souvisejí:

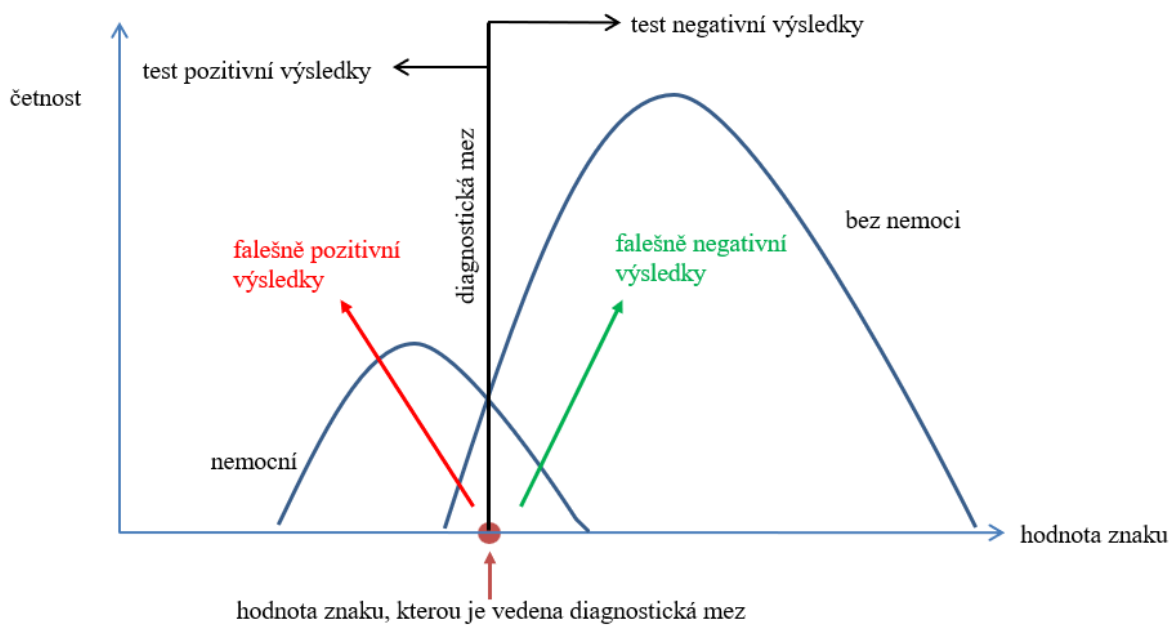
- se senzitivitou a se specifitou testu,
- s prevalencí testované nemoci v populaci.

Když se změní prevalence nemoci v populaci, senzitivita a specifita testu se nemusí nutně změnit, ale prediktivní hodnoty ano. S rostoucí prevalencí nemoci roste prediktivní hodnota pozitivního výsledku testu a klesá prediktivní hodnota negativního výsledku. Např. čím je testovaná nemoc v populaci běžnější, tím je vyšší pravděpodobnost, že osoba s pozitivním výsledkem testu je skutečně nemocná, a naopak, čím je nemoc vzácnější, tím její hodnota klesá. Proto u nemocí s raritním výskytem může i vysoce senzitivní a vysoce specifický test dosahovat jen nízkou prediktivní hodnotu pozitivního testu. Prediktivní hodnoty testu je proto vždy potřeba přepočítávat podle odhadu výskytu nemoci v konkrétní populaci, u které se budou testy používat.

Diagnostická mez

- Rutinní testy nebývají ve skutečnosti ani zcela specifické, ani zcela senzitivní.
- Používáme-li pro rozlišení zdravých a nemocných hodnotu spojitého znaku, je důležité správně zvolit hranici mezi pozitivním a negativním výsledkem testu – tzv. **diagnostickou mez**.
- Stanovení diagnostické meze **rozhoduje o zastoupení falešně pozitivních a falešně negativních výsledků testu** (viz obrázek 6).
- K přesnému výpočtu *diskriminační hodnoty*, kterou bude vedena diagnostická mez, slouží tzv. *ROC křivka*.
- Diskriminační hodnotu lze zvolit podle potřeb studie:
 - např. tak, aby test dosahoval co nejvyšší *celkovou správnost (accuracy)*, tedy nejvyšší možný podíl správně pozitivních a správně negativních výsledků,
 - nebo podle toho, zda potřebujeme test spíše více senzitivní nebo spíše více specifický.

Obrázek 6: Diagnostická mez



Použití vysoce senzitivního testu

- V případech, kdy nerozpoznání nemoci může mít velmi vážné následky, například u dárců krve. Pro dosažení vyšší senzitivity nastavujeme diagnostickou mez testu na nižší úroveň. To znamená, že tolerujeme vyšší počet falešně pozitivních výsledků u zdravých jedinců. Avšak tato chyba je snadno odstranitelná pomocí následného podrobného klinického vyšetření.
- Při časném stádiu diagnostiky, kdy je třeba vyloučit více možných nemocí jako nepravděpodobných, je nejužitečnější, když je výsledek vysoce senzitivního testu negativní. V takovém případě je pravděpodobnost, že je člověk nemocný, velmi malá (jelikož test dává málo falešně negativních výsledků).

Použití vysoce specifického testu

- Když jiné okolnosti ukazují na přítomnost testované nemoci, je pro potvrzení nemoci vhodnější vysoce specifický test, protože jen málokdy dává pozitivní výsledky při nepřítomnosti nemoci.
- Pokud by falešně pozitivní výsledky mohly přinášet lidem velkou psychickou zátěž z důvodu strachu z nemoci nebo z následného vyšetření.

- Pokud je nežádoucí vyšší počet falešně negativních výsledků, protože následné vyšetření, které podstupují všichni test pozitivní, je příliš nákladné anebo jde o invazivní vyšetření s vyšší rizikem poškození zdraví vyšetřované osoby.

Screening

Rutinní testy se používají nejenom pro potřeby epidemiologických studií, ale lze je využít také v oblasti sekundární prevence.

Prevence je obecně chápána jako významný nástroj moderní medicíny, který má přispívat k trvale udržitelnému rozvoji lidstva a života. Její podstatou je představa, že aktivním ovlivňováním rizikových faktorů je možné snížit výskyt nemocí. Původní význam slova prevence, tedy předcházení vzniku onemocnění, byl postupem času významně rozšířen. Dnes již prevence pokrývá všechna stadia přirozeného vývoje nemoci. Pro odlišení prevence v těchto jednotlivých stádiích používáme termíny primární, sekundární, terciární a kvartérní prevence.

- V **primární prevenci** jde o to zabránit vzniku onemocnění (nebo alespoň oddálit jeho vznik) odstraněním již vzniklých rizikových faktorů. Týká se celé populace nebo skupin vystavených zvýšenému riziku, ovšem ještě bez prokazatelné formy nemoci. Orientuje se zejména na vytváření optimálních životních podmínek (oblast sociálních determinant zdraví, dále opatření týkající se správné stravy, přiměřené tělesné aktivity, relaxace a také boj proti kouření a závislostem na jiných drogách).
- Podstatou **sekundární prevence** je včasná diagnostika, která vede k zabránění progresu nemoci nebo k vyléčení asymptomatického nebo časného stádia vývoje nemoci. Týká se tedy pacientů ve stadiu nejlehčí klinické manifestace onemocnění. Pro včasné rozpoznání onemocnění se typicky využívají screeningové programy a preventivní prohlídky.
- **Terciární prevence** se soustřeďuje na navrácení zdraví, když již onemocnění propuklo, prostřednictvím kvalitní léčby onemocnění a moderních ošetrovatelských postupů. Do terciární prevence se řadí screening komplikací u rizikových pacientů, rehabilitace přispívající k brzkému návratu nemocných do běžného života, či nácvik soběstačnosti u tělesně handicapovaných.

- **Kvartérní prevencí** se rozumí prevence zbytečného vyšetřování a nadměrného léčení, které mohou ohrozit bezpečí pacienta a současně zbytečně vyčerpat zdroje na léčbu potřebných pacientů. Jedná se zejména o identifikaci zbytných invazivních vyšetření a terapeutických metod, a naopak doporučení eticky přijatelných postupů.

Sekundární prevence a screening

Jedním z cílů sekundární prevence je časná diagnóza nemoci, umožňující poskytnout včasnou léčbu, která vede k lepšímu zvládnutí nemoci, než kdyby k jejímu zjištění došlo později. K časnému odhalení nemocí v populaci se používají screeningové programy.

Screeningový program je předem naplánované a zajištěné šetření, jehož smyslem je plošné vyhledávání vysoce rizikových nebo latentně nemocných osob v populaci zdánlivě zdravých (asymptomatických) lidí. Vyhledávání se provádí jednoduchým, tzv. screeningovým testem, s následným klinickým vyšetřením a léčbou vyhledaných nemocných.

- Screening je nejefektivnější, pokud má podobu organizovaného, dlouhodobého, systematického, populačně orientovaného programu.
- Screeningový test sám o sobě nediagnostikuje nemoc, pouze rozděluje testované osoby na ty, kterým vyšel test pozitivní a kterým negativní.
- Protože screeningové testy produkují část falešně pozitivních výsledků, je nutné následné dovyšetření všech na test pozitivních osob pomocí dalších a přesnějších laboratorních nebo klinických metod.
- Osobám, u kterých je nemoc potvrzena, je poskytnuta včasná účinná léčba.
- Test produkuje také falešně negativní výsledky, je třeba počítat s tím, že nejsou odhaleni všichni nemocní.

Senzitivita a specifita ve screeningu

Ani screeningové testy nebývají zcela senzitivní a zcela specifické. Významnou roli má rozhodnutí, kudy se bude vést diagnostická mez. Je především nezbytné pečlivě zvažovat, která chyba testu (falešně pozitivní či falešně negativní výsledky) je v dané situaci závažnější a tomu pak přizpůsobit stanovení diagnostické meze.

Screeningový program

Pro zavedení organizovaného plošného screeningového programu v populaci musí být splněno několik základních podmínek. Musíme mít:

- vhodné onemocnění,
- vhodný test,
- vyhodnocení screeningového programu z hlediska jeho proveditelnosti a očekávané účinnosti a efektivity.

Ne každou nemoc je možné a vhodné vyhledávat screeningem. **O screeningovém programu lze uvažovat u nemocí, které mají:**

- častý výskyt (a tím samozřejmě i smysluplný záchyt nemocných),
- závažné následky (z hlediska jedince či celé populace),
- účinnou terapii (u níž je vědecky prokázáno, že čím dříve je zahájena, tím lepších výsledků se dosahuje).

Pro zvažovanou nemoc musí být k dispozici také vhodný screeningový test. **Podle WHO je pro plošné použité vhodná taková vyšetřovací metoda, která je:**

- **bezpečná**, to znamená bez rizika či s pouze malým, zanedbatelným rizikem poškození zdraví u vyšetřovaných osob,
- **jednoduchá**, vhodná pro opakované vyšetřování velkých populací,
- **přijatelná** pro účastníky screeningů (finanční náklady, časová náročnost, přijatelnost z hlediska sociálně kulturního),
- **reliabilní**, tj. přesná, správně provedená a spolehlivá,
- **validní**, tzn. že má mít vysokou senzitivitu, specifitu a pozitivní prediktivní hodnotu,
- **levná**, aby nehrozilo přerušení již spuštěného screeningového programu z finančních důvodů.

Při **odhadování účinnosti a efektivity screeningů** v pilotních studiích, ale i při zpětném vyhodnocování už probíhajících programů, je třeba brát v úvahu, že při určování **medicínské účinnosti** (vyjádřené zpomalením průběhu nemoci, snížením výskytu závažných forem onemocnění, vyléčením, oddálením smrti atd.) může docházet k mnoha různým zkreslením, mezi které patří např.:

tzv. **lead-time bias**, který souvisí s posuzováním účinnosti screeningu na základě prodloužení doby přežití (tj. doby od stanovení diagnózy do smrti pacienta). Díky screeningu může docházet u nemocných k časnější diagnóze v rámci poměrně dlouhého latentního stádia, která takto definovanou dobu přežití samozřejmě prodlouží, i bez toho, že by došlo ke skutečnému celkovému prodloužení života. Toto zkreslení nadhodnocuje účinnost screeningu,

- **účast lidí** spadajících do cílové populace se často v pilotních studiích nadhodnocuje a neodpovídá pak reálné účasti cílové populace ve screeningové programu. Tím se snižuje účinnost i ekonomická výhodnost celého programu,
- **self-selection** znamená, že se screeningových programů účastní častěji osoby „zdravotně uvědomělé“, které se o své zdraví více starají a je u nich, v rámci cílové populace pro daný screeningový program, menší pravděpodobnost, že budou mít sledovanou nemoc. Vede to k menší výtěžnosti screeningu,
- **length bias** se vztahuje ke skutečnosti, že rychle progredující nemoci mají menší záchyt (při stejných časových intervalech mezi opakováním testu) jako nemoci s dlouhým latentním stadiem, což může vést k podhodnocení výskytu i významu screeningu u těchto onemocnění.

Screeningové programy v ČR

V ČR máme tři **onkologické screeningové programy** zaměřené na časný záchyt.

Karcinom prsu

Zhoubné nádory prsu jsou v ČR závažným zdravotním problémem. V současnosti je u nás ročně diagnostikováno přibližně 7200 nových případů této nemoci a kolem 1600 žen na ni zemře. Bylo prokázáno, že pravidelným screeninem založeným na mamografickém vyšetření lze zjistit většinu nádorů v raných stádiích, kdy jsou relativně dobře léčitelné, čímž lze snížit úmrtnost až o třetinu. Screeningové mamografické vyšetření se provádí jednou za dva roky a je určeno všem ženám od 45 let až do konce života.

Karcinom děložního hrdla

Pro jeho vyhledávání se využívá tzv. cervikální screening, jehož podstatou je laboratorní cytologické vyšetření stěru z děložního čípku, který je proveden během preventivní gynekologické prohlídky. Cílem vyšetření stěru je odhalení přednádorových změn nebo časných stadií zhoubného nádoru děložního čípku. V České republice je ročně nově

diagnostikováno asi 800 případů rakoviny děložního čípku a více než 300 žen na toto onemocnění ročně umírá. Vyšetření v rámci cervikálního screeningu se provádí jednou ročně a je určeno všem ženám od 25 let do konce života.

Kolorektální karcinom

Rakovina tlustého střeva a konečníku je jednou z nejčastějších onkologických diagnóz ve všech vyspělých státech. Incidence tohoto onemocnění v ČR je přibližně 7700 případů za rok a každý rok na tuto nemoc umírá okolo 3400 lidí. Cílovou populací screeningového programu jsou muži a ženy od 50 let. Jako screeningová metoda se používá test na skryté (okultní) krvácení ve stolici (do 54 let každý rok, od 55 let jednou za dva roky), nebo screeningová kolonoskopie, která se pak provádí jednou za 10 let.

Dále jsou spuštěny dva pilotní programy, první pro časně vyhledávání **rakoviny plic** u lidí ve věku 55–74 let, kteří kouří dvacet a více let dvacet cigaret denně nebo po dobu deseti let čtyřicet cigaret denně, druhý pro časně vyhledávání **rakoviny prostaty** u všech mužů ve věku 50–69 let.

Významný je také **novorozenecký screening**, tj. plošné testování všech novorozenců zaměřené na současné vyhledávání 20 nemocí testy z tzv. suché kapky krve. Samy o sobě mají jednotlivé vyhledávané nemoci nízký výskyt, při skupinovém vyhledávání se ale celkově zvyšuje. Pravděpodobnost záchytu jednoho ze sledovaných onemocnění je i tak relativně malá, a to 1:1150. Ze zdravotního i ekonomického hlediska je však, zejm. díky dostupnosti cílové populace a relativně nízkých nákladů (ve srovnání s léčbou později odhalených nemocí a jejich komplikací), tento screeningový program velmi přínosný.

Úkoly na doplnění a procvičení tématu diagnostické testy v epidemiologii

1. V následující tabulce jsou uvedeny výsledky screeningového vyšetření glaukomu v populaci.

Glaukom ANO	Glaukom NE	Celkem
1 680	158	1 838
420	7 742	8 162
2 100	7 900	10 000

- a. Vypočítejte a interpretujte senzitivitu a specifitu použitého screeningového testu.
 - b. U kolika osob byl výsledek testu falešně negativní?
 - c. Určete, u jakého podílu účastníků screeningu s pozitivním výsledkem byl glaukom potvrzen následným podrobným vyšetřením. Který ukazatel o tom vypovídá?
2. Co s určitostí můžeme prohlásit o testu se specifitou 85 %?
- a. Ze všech nemocných osob v testovaném souboru jich 15 % bude mít falešně negativní výsledek.
 - b. Z celkového počtu osob, kterým vyšel negativní výsledek testu, jich je 85 % skutečně zdravých.
 - c. 15 % z celkového počtu skutečně zdravých osob bude mít falešně pozitivní výsledek.
 - d. Ze všech testovaných osob jich 85 % bude testem správně označeno jako test negativní.

Použité zdroje

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Bencko V, Hrach K, Malý M, et al. *Statistické metody v epidemiologii. Svazek 2*. Karolinum; 2003.

Bonita R, Beaglehole R, Kjellström T. *Basic Epidemiology*. Geneva World Health Organization; 2006.

Májek O, Daneš J, Skovajsová M, et al. *Mamo.cz – Program mamografického screeningu v České republice* [online]. Masarykova univerzita, Brno, 2019. Accessed November 28, 2023.

Dostupný z: <https://www.mamo.cz>.

Májek O, Zavoral M, Suchánek Š, et al. *Kolorektum.cz – Program kolorektálního screeningu v České republice* [online]. Masarykova univerzita, Brno, 2022. Accessed November 28, 2023.

Dostupný z: <https://www.kolorektum.cz>.

Májek O, Dvořák V, Ngo O, et al. *Cervix.cz – Program cervikálního screeningu v České republice* [online]. Masarykova univerzita, Brno, 2021. Accessed November 28, 2023.

Dostupný z: <https://www.cervix.cz>.

Onkologická prevence. Screening. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti J. E. Purkyně. Accessed February 20, 2024. Dostupný z: <https://www.linkos.cz/onkologicka-prevence/screening/>

Votava F, Adam T, Honzík T, et al. *Novorozenecký screening*. Accessed November 28, 2023.

Dostupný z: <https://www.novorozeneckyscreening.cz/>

8. PŘÍČINNOST V EPIDEMIOLOGII

Monokauzální a multifaktoriální vznik nemoci

Studium příčin jednotlivých poruch zdraví je základní součástí epidemiologie. Zjišťování **kauzálních vztahů**, tj. vztahů mezi příčinami a jejich následky, se proto věnuje velká část epidemiologického výzkumu. Přes obrovský vývoj, kterého v této oblasti epidemiologie v průběhu času dosáhla, nenajdeme v ní jednoznačnou, všeobecně přijímanou definici kauzality.

V 19. století, v době významných mikrobiologických objevů, byla snaha pro každé infekční onemocnění identifikovat jeho jediného specifického původce. Časem se ale ukázalo, že přítomnost původce je nutnou, ale nikoliv dostačující příčinou nemoci a že vznik nemoci často nelze vysvětlit pouze přítomností jednoho kauzálního činitele. Epidemiologie se od **monokauzálního pojetí** příčinnosti začala přiklánět k multifaktoriálnímu. Přesto vysvětlení určitého zdravotního stavu pomocí jediné příčiny nemůžeme úplně vyloučit. Ve fyziologii a patologii lze najít příklady, kdy toto pojetí platí, např. po přetnutí míchy se vždycky dostaví paralýza. Také u nemocí, i když jen vzácně, existuje jedna příčina a jeden následek, typicky jde o nemoci genetické, kdy např. Huntingtonova choroba má jediný kauzální gen.

Medicína ale stále přináší další doklady o tom, že u naprosté většiny nemocí najdeme více příčin a podmínek jejich vzniku. Zvláště zjevný je multifaktoriální původ u chronických a degenerativních onemocnění, u nádorů, alergií, poruch metabolismu či duševních nemocí.

V současné epidemiologii se proto běžně uplatňuje **multifaktoriální pojetí** vzniku nemoci, kdy víme, že:

- jedna příčina může vést k mnoha různým následkům
- mnoho různých příčin může vést k jednomu následku.

Deterministické a pravděpodobnostní pojetí příčinnosti

V současnosti vedle sebe koexistuje v epidemiologii několik pojetí kauzality a na ně navazujících modelů pro zkoumání příčinných vztahů. Je možné je rozdělit na dvě základní skupiny, a to na různé deterministické koncepce a na pravděpodobnostní koncepci příčinnosti.

Všechna pojetí kauzality mají svoje silné i slabé stránky a je tedy třeba připustit, že v různých kontextech může být smysluplné chápat příčinnost odlišně.

Typy kauzálních vztahů

Zatímco deterministická pojetí kauzality se snaží odhalovat spíše dostačující a nutné příčiny vzniku nemocí, za jejichž určité konstelace se nemoc vždy objeví, pravděpodobnostní pojetí se obvykle orientují na identifikaci rizikových faktorů, se kterými se mění pravděpodobnost vzniku nemoci.

- **Dostačující příčina** (*sufficient cause*) je termín, který se používá k popisu situace, kdy přítomnost určitého faktoru postačuje k vyvolání konkrétního následku. To znamená, že pokud je takový faktor přítomný, objeví se vždy také nemoc. Nemoc však může mít více než jednu dostačující příčinu, potom se dostačující příčina buď skládá z několika dílčích příčin, nebo mohou působit různé dostačující příčiny nezávisle na sobě. Jde spíše o vzácnější případy nemocí. Z tohoto hlediska např. kouření není dostačující příčinou rakoviny plic, jelikož u mnoha kuřáků se v průběhu jejich života rakovina plic nevyvine.
- **Nutná příčina** (*necessary cause*) je faktor nezbytný pro vznik nemoci, ale obvykle není postačující sám o sobě. To znamená, že přítomnost nutné příčiny nezaručuje výskyt onemocnění, ovšem bez její přítomnosti se nemoc nevyvine. Např. bez přítomnosti organismu *Mycobacterium tuberculosis* nevznikne tuberkulóza, ale na druhou stranu někteří lidé mohou být jeho nositelem bez toho, aby tuberkulózou onemocněli. Kouření, tedy vedle toho, že není dostačující příčinou, není ani nutnou příčinou pro vznik rakoviny plic, protože ta se objevuje i u lidí, kteří nejsou vystaveni cigaretovému kouři.
- **Rizikový (nebo protektivní) faktor** je taková charakteristika, jejíž přítomnost mění pravděpodobnost vzniku nemoci. Rizikové faktory mohou zahrnovat například obezitu, nezdravou stravu nebo nedostatečnou fyzickou aktivitu. Přítomnost takových faktorů v populaci zvyšuje riziko vzniku určitých onemocnění, ale samy o sobě nemusí být ani dostačující, ani nutné pro jejich vývoj. Do této skupiny faktorů spadá právě i kouření, které je rizikovým faktorem rakoviny plic – kuřáci mohou mít až 20x vyšší riziko rakoviny plic ve srovnání s nekuřáky. Chápání rizikových faktorů jako příčin nemocí je typické pro pravděpodobnostní pojetí kauzality. V tomto pojetí lze kouření cigaret chápat jako příčinu rakoviny plic, přestože nejde ani o dostačující, ani o nutnou příčinu této nemoci.

Pravděpodobnostní pojetí kauzality upřednostňují jako užitečnější epidemiologové řešící otázky z oblasti Sociálního lékařství a obecně Public Health. V tomto smyslu jde o širší pojetí příčinnosti (ve srovnání s deterministickým pojetím) nemoci, kdy za příčinu je považován prostě jakýkoliv faktor, okolnost, charakteristika nebo jejich kombinace, která zvyšuje pravděpodobnost vzniku nemoci.

Při studiu epidemiologických dat je ale důležité vždy pečlivě zohledňovat všechny tyto typy kauzálních vztahů. Identifikace dostačujících a nutných příčin a/nebo rizikových faktorů může poskytnout cenné informace pro prevenci a kontrolu nemocí v populaci.

Kauzální modely

Jako teoretická východiska pro zkoumání kauzality se využívají různé kauzální modely, které jsou zjednodušením zmíněných velmi složitých a komplexních kauzálních vztahů. Pro příklad můžeme podrobněji popsat některé z těch více užívaných.

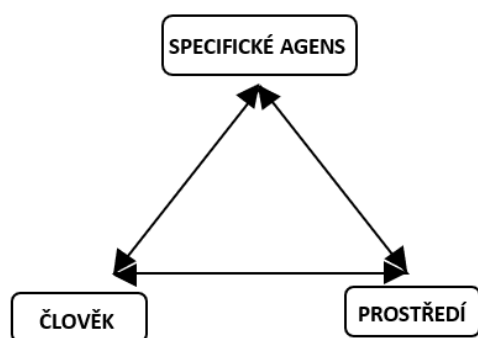
Etiologická triáda

Jde o model, který byl vytvořen v období mikrobiologických objevů a byl využíván zejména při odhalování vzniku infekčních nemocí a představuje rozšíření původní teorie o mikrobiálním původu nemoci, které předpokládaly, že ke vzniku nemoci stačí pouhá přítomnost specifického původce. Skládá se ze tří navzájem propojených prvků:

- původce onemocnění,
- lidský organismus,
- zevní prostředí.

Specifický původce onemocnění může mít charakter biologický (např. viry, bakterie, houby), fyzikální (např. teplota, vlhkost, záření), chemický (jedy, nutriční elementy apod.) či sociální (např. sociálně podmíněný stres). Specifický původce je v tomto modelu **nutnou příčinou** vzniku onemocnění. Nemoc bývá způsobena nejen jeho přítomností, ale třeba i jeho absencí (např. avitaminóza). Výskyt nemoci může záviset i na míře působení původce, kdy vysoké hodnoty zapříčiňují jiné onemocnění než hodnoty nízké (např. úžeh vs. omrznutí). Ovšem specifický činitel často není sám o sobě dostatečnou podmínkou vzniku onemocnění. To vzniká až při souhře dalších příčin a podmínek, jež jsou chápány jako **dostačující příčina** a které v modelu reprezentují další dvě složky triády.

Obrázek 7: Etiologická (též epidemiologická) triáda



Rámeček 2: Příklad použití modelu pro vysvětlení šíření viru lidské imunodeficiencie (HIV):

Specifický původce	Člověk	Prostředí
HIV je virová infekce, která napadá imunitní systém člověka, a ten je pak zranitelnější vůči jiným formám infekce. Vzhledem k tomu, že se virus zaměřuje právě na samotný imunitní systém, nemůže tělo účinně bojovat s HIV samo. HIV se přenáší přímým kontaktem s tělními tekutinami infikované osoby a primárně se šíří pohlavním stykem nebo u uživatelů drog společnými jehlami.	HIV zřejmě původně přenášeli šimpanzi. Lidé, kteří je lovili pro maso, se při kontaktu s krví šimpanzů nakazili zmutovanou formou viru. HIV se nachází v tělních tekutinách, přičemž mezi nejrizikovější z hlediska přenosu patří krev (včetně menstruační krve a některých krevních derivátů), dále sperma a poševní sekret. Virus se v nebezpečných koncentracích může nacházet i v mozkomíšni tekutině nebo v mateřském mléku. HIV se může přenést, když se tělní tekutina, např. krev, dostane do kontaktu se sliznicí nebo poškozenou tkání (otevřená rána nebo sliznice nacházející se v ústech). Lidé (např. svým sexuálním chováním) mohou výrazně ovlivňovat riziko přenosu HIV.	Známe mnoho různých socioekonomických faktorů a podmínek, které mohou ovlivnit šíření HIV v rámci komunity. Kupříkladu v regionech s vyšším výskytem pohlavně přenosných nemocí a nižším počtem nahlášených případů (např. kvůli stigmatizaci), je snazší šíření HIV. Chudoba zase omezuje přístup ke zdravotní péči a léčbě. Diskriminace osob s HIV může jedince odradit od testování nebo vyhledání péče.

Převzato z: Rivier University. What is the epidemiologic triangle? Rivier University. <https://www.rivier.edu/academics/blog-posts/what-is-the-epidemiologic-triangle/>. Accessed September 8, 2023.

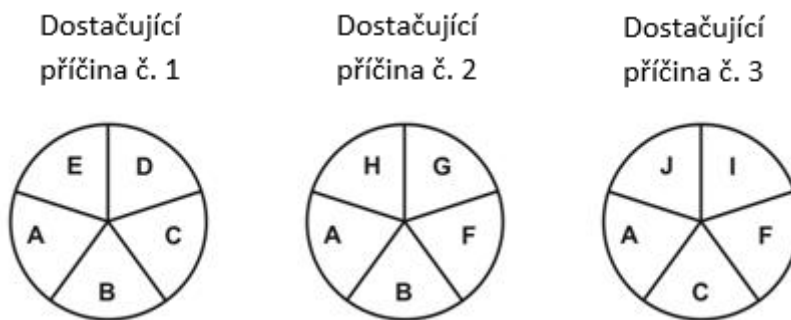
Člověk svými vlastnostmi (postoje, motivace, chování, zdravotní stav, získaná imunita, věk, emoce, kultura) ovlivňuje na jedné straně pravděpodobnost a míru setkání lidského organismu s původcem, na druhé straně pak vnímavost vůči jeho působení.

Prostředí, ve kterém člověk žije a pracuje, a to jak prostředí přírodní, tak sociální. V případě přírodního prostředí se sledují charakteristiky půdy, vody, vzduchu či podnebí. Sociální prostředí působí prostřednictvím faktorů ekonomických, politických či kulturních.

Kauzální koláče

Na deterministickém pojetí příčinnosti je vystavěn také mnohými epidemiology poměrně oblíbený model tzv. „kauzálních koláčů“, který propracoval americký epidemiolog Kenneth J. Rothman.

Obrázek 8: Rothmanovy kauzální koláče – překreslit



Každý faktor (podmínku, charakteristiku), který přispívá ke vzniku nemoci, si můžeme představit jako kousek koláče. Když k sobě poskládáme všechny díly koláče, objeví se nemoc. Jednotlivé kousky koláče jsou tedy **dílčí faktory** (*component factors*) a celý koláč pak představuje tzv. **dostačující příčinu** pro vznik nemoci. Nemoc může mít více než jednu dostatečnou příčinu, přičemž každá taková dostatečná příčina se většinou skládá z několika dílčích příčin, které se mohou (ale nemusejí) překrývat. Dílčí příčina obsažená v každé dostačující příčině, se označuje jako **nutná příčina** (na obrázku 8 je to dílek A, najdeme ho ve všech třech dostačujících příčinách), protože bez ní nemoc nevznikne.

Kauzální sítě

Jde o model využívaný v pravděpodobnostním pojetí kauzality, jež vychází z pojetí příčinnosti vytvořeného Mervynem W. Susserem. Velké množství poznatků o příčinách a podmínkách

vzniku nemocí nám již nedovoluje zobrazovat systém kauzálních vztahů prostými řetězci propojených článků. Dnešním představám o etiologii nemocí lépe odpovídají složité kauzální sítě, ve kterých jsou důležité faktory propojeny v různých směrech s mnoha dalšími činiteli. Tato propojení mohou vést k výraznému zesílení vlivu jednotlivých faktorů (synergický efekt) nebo se mohou vzájemně vyrušit (antagonistický efekt). V kauzálních sítích nacházíme faktory hlavní a vedlejší, bezprostřední a vzdálené, silnější a slabší, důležitější a méně důležité, rizikové a protektivní, vzájemně posilující nebo oslabující svůj vliv. Podle úlohy, kterou mají různé faktory při vzniku nemoci, bývají rozdělovány do čtyř základních skupin:

Predisponující faktory jsou vlastnosti nebo podmínky jedince (*dispozice*), které zvyšují jeho náchylnost ke vzniku nemoci. Patří sem například genetická predispozice, věk, pohlaví, etnická příslušnost, životní styl nebo přítomnost jiných onemocnění. Tyto faktory mohou ovlivňovat imunitní systém lidí, fyziologické procesy, funkce orgánů nebo zvyšovat citlivost na infekční agens či environmentální faktory.

Umožňující faktory jsou faktory široce chápaného životního (vč. sociálního) prostředí (*dlouhodobá situace*), jde tedy spíše o podmínky nebo situace, ve kterých se mohou nemoci rozvinout. Tyto faktory mohou ovlivnit dostupnost ochranných zdrojů, dostupnost péče, životní úroveň, životní styl a další aspekty, jež mohou buď podporovat nebo omezovat zdraví jedince. Příkladem těchto faktorů jsou chudoba, nedostatečné hygienické podmínky, hustě osídlená oblast, nedostupnost zdravotní péče nebo nedostatečná vakcinace, které mohou být umožňujícími faktory pro vznik různých nemocí i jejich šíření.

Bezprostředně působící faktory jsou přímo spojené se vznikem nemoci. Patří sem například přímý kontakt s infikovanou osobou, nedostatečné mytí rukou, špatná manipulace s potravinami či mechanický stimul způsobující poranění.

Posilující faktory jsou činitelé, kteří zvyšují výskyt nemocí. Může to být například migrace obyvatelstva, přítomnost komorbidit, nedostatečné povědomí o infekčním onemocnění nebo nedostatečné reakce zdravotnických systémů. Tyto faktory mohou snižovat schopnost společnosti reagovat na epidemii a omezovat účinnost preventivních opatření.

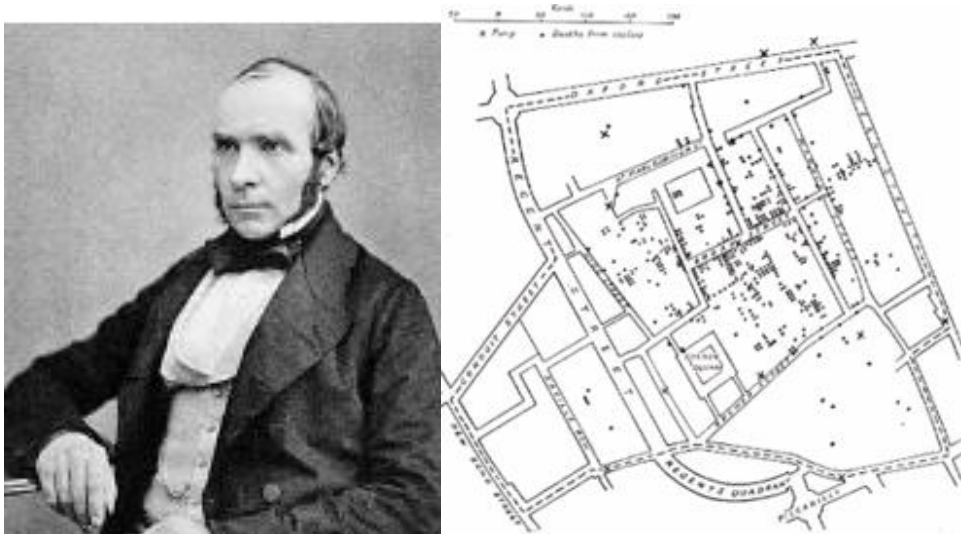
Spolu pak vytvářejí komplexní pletivo vztahů, kde příčina a následek jsou často spojeny prostřednictvím jednoho nebo více nepřímých činitelů. Faktory, okolnosti, podmínky figurující v této kauzální síti souhrnně označujeme jako **determinanty zdraví a nemocí**.

Model osoba – místo – čas

Zásadní otázky, které si klademe při studiu příčin nemoci pomocí tohoto modelu, zní: CO?, KDO?, KDY? a KDE?. Základem je tedy dobrý popis výskytu nemoci, který při propojení s dosavadními poznatky o nemoci může přispět ke správnému odhadu etiologického faktoru i k účinným zdravotním opatřením. Klasickým příkladem použití tohoto modelu je zvládnutí cholery v Londýně v roce 1854, o němž se zasloužil tamní lékař John Snow.

V centrálním Londýně v okolí Broad Street tehdy došlo během dvou týdnů k více než pěti stům úmrtím na cholera. John Snow, který se cholerou již dříve zabýval, měl podezření na spojitost tohoto onemocnění s konzumací kontaminované vody. Sám si zjišťoval informace o jednotlivých zemřelých a každý případ úmrtí zaznamenával do mapy, ve které byly také zakresleny pumpy, do nichž vodárenské společnosti dodávaly vodu.

Obrázek 9: Vlevo je Dr. John Snow, vpravo mapa se záznamy úmrtí na cholera v Londýně v roce 1854.



Zdroj: John Snow. *Wikipedie*: *Otevřená encyklopedie*
https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=John_Snow&oldid=21965549. Accessed September 8, 2023. Mapa dr. Snowa. *Prostorová analýza dat*. *Wikipedie*: *Otevřená encyklopedie*.
https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Prostorov%C3%A1_anal%C3%BDza_dat&oldid=22514646. Accessed September 8, 2023.

John Snow zjistil, že s výjimkou 10 případů došlo ke všem úmrtím na cholera v blízkosti pumpy na Broad Street. U pěti těchto vzdálenějších případů se dozvěděl, že zemřelí odebírali vodu z Broad Street, ve třech dalších případech šlo o děti, které v okolí Broad Street chodily do školy

a dva poslední případy cholery vznikly ještě před vypuknutím šetřené epidemie. Na základě svého rozboru situace kontaktoval vodárenskou společnost a po dohodě s ní byla pumpa na Broad Street uzavřena. Poté počet úmrtí na cholery v této oblasti rychle klesal, k poslednímu došlo 20 dnů po přijatém opatření. **John Snow** tak dokázal zamezit vzniku epidemie cholery bez znalosti jejího specifického biologického původce². Díky tomu je dnes považován **za zakladatele moderní epidemiologie**, neboť na základě dat, dokázal identifikovat zdroj problému (determinantu) a zavést účinné opatření.

Model osoba – znak – nemoc

Tento model umožňuje sledovat, zda existuje statistická závislost mezi výskytem sledovaného jevu a nemoci. Základem modelu je čtyřpolní tabulka (viz obrázek 12), ve které zjišťujeme, jestli ve skupině osob se sledovaným znakem se nemoc objevuje častěji než ve skupině bez něho. Samotná statistická závislost však ještě neznamená kauzální vztah a charakteristika, kterou sledujeme jako možnou příčinu může být sama výsledkem celé řady složitě propojených podmínek a okolností. Sledování celého komplexu podmínek může být často pro zkoumané nemoci důležitější než zjišťování jedné příčiny vytržené z všeobecných souvislostí.

Tabulka 4: Čtyřpolní tabulka je východiskem pro zjišťování vztahu mezi znakem a nemocí.

		NEMOC		
		+	-	celkem
ZNAK	přítomen	a	b	a+b
	nepřítomen	c	d	c+d
	celkem	a+c	b+d	a+b+c+d

² *Vibrio cholerae* bylo Robertem Kochem objeveno až roku 1883.

Možnosti vysvětlení pozorované asociace

Asociace a kauzalita

Kauzalita neboli příčinná asociace se vztahuje k situaci, kdy existuje přímý vztah mezi sledovaným faktorem a jeho následkem. Příčinná asociace je založena na důkazech získaných ve výzkumu, který se snaží identifikovat a porozumět příčinným vztahům mezi faktory a nemocemi. Naopak **nepříčinná asociace se týká situace, kdy existuje statistická souvislost mezi faktorem a výsledkem, ale není mezi nimi přímý příčinný vztah.** Tato asociace může být založena na náhodě, zkreslení dat nebo na přítomnosti společného faktoru, který ovlivňuje oba jevy.

Samotná statistická asociace mezi expozicí a následkem neznamená, že jde o kauzální vztah. Chceme-li zhodnotit, zda pozorovaná asociace může ukazovat na kauzální vztah, je třeba nejdříve vyloučit jiná možná vysvětlení pozorované asociace. Jsou jimi: **náhoda, confounding a bias.** Teprve pak lze uvažovat o tom, že by zjištěná asociace mohla ukazovat na příčinný vztah.

Náhoda

Náhoda jako vysvětlení pozorované asociace souvisí s velikostí výběrového souboru. Obecně platí, že čím větší je pozorovaný výběrový soubor, tím klesá pravděpodobnost, že zjištěná asociace je pouze dílem náhody.

V analytických epidemiologických studiích a kontrolovaných pokusech srovnáváme vždy (alespoň) dvě skupiny osob. Při statistickém zpracování výsledků vytváříme tzv. **nulovou hypotézu**, která je pokaždé postavena tak, že předpokládá, že mezi skupinami z hlediska výskytu sledovaného jevu (nemoci, rizikového faktoru, zlepšení zdravotního stavu) není rozdíl, resp. že rozdíl není tak velký, aby nemohl být vysvětlený náhodnými vlivy. K nulové hypotéze se pak definuje **alternativní (opačná) hypotéza**, která předpokládá, že mezi skupinami rozdíl ve výskytu jevu existuje. K rozhodnutí mezi testovanou (nulovou) a alternativní (opačnou) hypotézou slouží ve statistice různé testy, které se obecně označují jako **testy významnosti**.

Výstupem testu významnosti je **p-value** neboli přesně vypočítaná pravděpodobnost, že platí nulová hypotéza. Rozhodování na základě výsledku testu pak probíhá podobně jako v běžném životě. Pokud je pravděpodobnost platnosti nulové hypotézy jen velmi malá, chováme se tak,

jako by nulová hypotéza neplatila a zamítneme ji. Velikost této pravděpodobnosti se označuje jako hladina významnosti a volí se v závislosti na tom, jaké důsledky by mělo nesprávné zamítnutí nulové hypotézy. V praxi se pracuje se dvěma hladinami významnosti, a to 5 % a 1 %. Tato procenta vyjadřují riziko nesprávného zamítnutí nulové hypotézy (tzv. **chyba 1. druhu**), musíme mít totiž na paměti, že statistické výsledky mají vždy pravděpodobnostní charakter. Pokud je pravděpodobnost náhodného výsledku menší než 5 %, hovoříme o statisticky významném výsledku (nulovou hypotézu zamítáme na 5% hladině významnosti) a pokud je nižší než 1 %, jde o výsledek vysoce statisticky významný (nulovou hypotézu zamítáme na 1% hladině významnosti).

Zamítnutí nulové hypotézy znamená, že pozorovaný rozdíl mezi skupinami je tak velký, že jen zřídka může být způsoben náhodou a můžeme předpokládat, že vedle náhodných vlivů působil na pozorované soubory nějaký faktor, který rozdíl způsobil. Pozor, **nic to ale neříká o tom, co rozdíl způsobilo**, proto je důležité studii uspořádat tak, aby počet možných vysvětlení zjištěného rozdílu byl co nejmenší. Na základě výsledku testu významnosti nelze automaticky říci, že rozdíl je způsoben sledovaným činitelem, neboť zde mohou působit další vlivy, jejichž působení se nepodařilo zamezit ani kontrolovat.

Pokud **nulovou hypotézu nezamítneme**, nemusí to nutně znamenat, že nulová hypotéza platí. I zde může dojít k chybě (tzv. **chyba 2. druhu**), kdy nezamítneme nulovou hypotézu, přestože neplatí. Schopnost testu zamítnout nulovou hypotézu, když skutečně neplatí, souvisí se silou statistického testu, která je mj. daná také **velikostí sledovaného souboru**. Čím větší je sledovaný soubor, tím větší je pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy, v případě, že opravdu neplatí.

Při hodnocení náhodnosti výsledků studií se také často používají **intervaly spolehlivosti** (též *konfidenční intervaly*). Ty nám umožňují odhadovat neznámou hodnotu parametru, např. prevalence nebo relativního rizika v cílové populaci na základě výpočtu ukazatele ve studovaném souboru, který byl z dané cílové populace vybrán.

Každý interval spolehlivosti má vždy dvě charakteristiky, a to je **spolehlivost a přesnost**. Čím vyšší je spolehlivost intervalu, tím větší je jeho délka, a tedy i menší přesnost odhadu. Také u intervalů spolehlivosti se pracuje nejčastěji se dvěma hodnotami spolehlivosti, a ty jsou 95 a 99 %. Devadesátí pěti procentní interval spolehlivosti, zapisuje se **95% CI (x, y)**, udává

rozmezí hodnot, ve kterém se s 95% pravděpodobností vyskytuje hodnota neznámého populačního parametru. Dopočet spolehlivosti do 100 % pak udává riziko, že odhadovaný parametr leží mimo tento interval.

U zmíněného relativního rizika (více viz kapitola 10) nás při zobecňování výsledků na cílovou populaci zajímá, zda zjištěnou asociaci mezi faktorem a nemocí (vyjádřenou hodnotou relativního rizika odlišnou od 1) ve studovaném souboru, můžeme zobecnit na cílovou populaci. Pokud konfidenční interval, kterým odhadujeme hodnotu relativního rizika v cílové populaci, neobsahuje číslo 1 (znamenající nezávislost), pak je jen velmi malá pravděpodobnost, že by v cílovém souboru mělo relativní riziko hodnotu 1 a pozorovanou asociaci lze zobecnit.

Chyby 1. a 2. druhu nejsou ale nejvýznamnějšími překážkami při vytváření správných závěrů statistických analýz. Mnohem větší problémy představují neúplnost dat, používání jiných typů studií než kontrolovaného pokusu, nenáhodnost výběru a nedodržení dalších podmínek, za nichž má výsledek statistického testování vůbec smysl.

A ještě je tady na místě jedna poznámka ke zobecňování v epidemiologii. Vedle **statistického zobecňování**, o kterém byla doposud řeč, dochází také ke zobecňování teoretickému. A je důležité obě zobecňování rozlišovat.

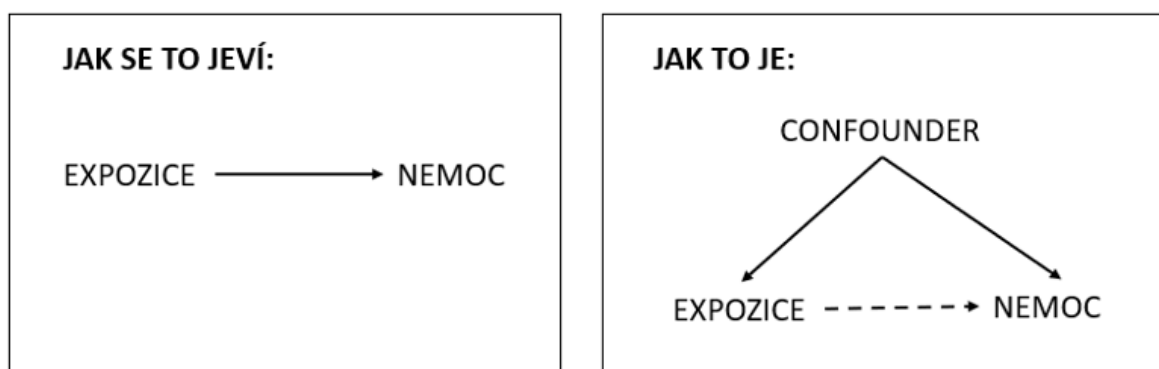
Základem **teoretického zobecnění** je dobré porozumění biologickému procesu, který vede k výskytu nemoci. Například zobecnění poznatků o ionizujícím záření jako příčině rakoviny bylo založeno právě na pochopení biologického mechanismu, ne na základě reprezentativnosti vzorku ve studii. U takového zobecnění pak již není důležitá reprezentativnost statistická, ale biologická. Epidemiologové se zaměřují na identifikaci specifických biologických mechanismů, které spojují expozici s nemocí. Tímto způsobem se snaží pochopit, jak přesně daná expozice ovlivňuje biologické procesy v těle a vede k vzniku nemoci.

Na základě takového porozumění je proto možné zobecňovat výsledky získané z jedné konkrétní studie na jiné situace. Předpokládá se, že pokud jsou biologické mechanismy podobné, pak by mohla být zjištění aplikována na jiné populace či expozice. Příkladem může být využití poznatků o patofyziologii a imunitních odpovědích při studiu infekčních nemocí.

Confounding (třetí faktor)

Confounding je označení pro jiné vysvětlení pozorované asociace, a to tzv. třetím faktorem (confounderem). Objevuje se v situaci, kdy určitý (třetí) faktor je asociován jak se sledovaným rizikovým faktorem, tak s jeho pozorovaným následkem, přičemž tento faktor je v porovnávaných skupinách nerovnoměrně zastoupen. Může se objevit bez ohledu na to, jestli je sledovaný rizikový faktor skutečně asociován s následkem či nikoli. Je-li vztah mezi sledovaným faktorem a nemocí způsobený (částečně nebo úplně) confounderem, znamená to, že tento vztah existuje, ale je vysvětlitelný (částečně nebo úplně) působením dalšího faktoru.

Obrázek 10: Schéma působení confounderu



Confounder je faktor asociovaný s expozicí i s výskytem nemoci, který neleží na kauzální cestě mezi expozicí a nemocí.

Typickým confounderem je věk. Například můžeme mít studii, ve které budeme sledovat souvislost mezi fyzickou aktivitou a ischemickou chorobou srdeční (ICHS). Zjistíme, že u lidí s nízkou pohybovou aktivitou je více případů ICHS než ve skupině s dostatečnou aktivitou. Je ale otázkou, zda tato asociace není pouze výsledkem toho, že ve skupině s nízkou pohybovou aktivitou je přirozeně vyšší zastoupení starších lidí, jež mají častěji méně pohybu a současně se u nich častěji vyskytuje také ICHS.

Při plánování studie je potřeba do pozorování zahrnout všechny potenciální confoundery, aby ve statistické analýze mohl být odhalen jejich případný vliv na asociaci mezi expozicí a nemocí. K odhalení vlivu confounderu lze použít vícero postupů.

- **Stratifikace** spočívá v hodnocení vztahu pro vytvořené podskupiny (strata) a v následném shrnutí výsledků. Pokud je confounderem věk, můžeme sledovat vztah v souhlasných

věkových podskupinách, při hodnocení za celé skupiny lze pak počítat např. věkově **standardizované ukazatele**.

- Vliv confounderu lze eliminovat **restrikcí**. V případě, že sledovaným confounderem je věk, může být studie omezena na určitou věkovou skupinu, např. pouze na lidi ve věku 40–44 let. Toto omezení je ale třeba následně reflektovat při zobecňování zjištěných závěrů.
- Lze využít také **párování** (mačování, matching), kdy např. ve studii případů a kontrol ke každé osobě zařazené do skupiny případů vybereme do kontrolní skupiny osobu, která se s ní shoduje v důležitých charakteristikách, jež by mohly být potenciálními confoundery.
- V experimentech se při dostatečně velkém souboru provádí **randomizace**, kdy účastníci studie jsou náhodně (třeba losováním) rozděleni do skupiny experimentální a do skupiny kontrolní. To v dostatečně velkých souborech zajistí, že všechny potenciální (známé, ale i dosud neznámé) confoundery budou rovnoměrně zastoupeny v obou skupinách.
- Často se používá **multivariační analýza dat**, která umožňuje sledovat více možných confounderů současně a odlišit skutečné důsledky působení rizikového faktoru od vlivu confounderů.

Je třeba mít na paměti, že v žádné jednotlivé studii není možné sledovat celou objektivní realitu, že v nich pracujeme s neúplnými systémy, a tudíž vždy existuje určité riziko, že někde je nějaký confounder, který jsme do naší studie nezahrnuli a který by mohl částečně či úplně celou pozorovanou asociaci vysvětlit.

Bias

Bias neboli systematická chyba, je zkreslení výsledků studie (nahodnocením nebo podhodnocením sledovaného efektu) v důsledku chyby nenáhodné povahy. Tato chyba může vzniknout v jakékoli fázi studie, od jejího plánování, přes sběr a analýzu dat až po publikaci výsledků. Pokud k tomuto zkreslení dojde, nelze se s ním vyrovnat jako u confounderu v průběhu zpracování dat. Jedinou možností je se takového zkreslení vyvarovat. V literatuře je popsáno mnoho různých typů zkreslení i postupů, jak jim předejít. Mezi úplně základní typy bias patří výběrová a informační chyba.

Výběrová chyba (*selection bias*) souvisí s tím, že většina epidemiologických studií probíhá formou výběrových šetření a dochází k ní v případě, že výběrový soubor lidí zařazených do studie není reprezentativním vzorkem populace, o které chceme činit závěry. Reprezentativní

vzorek lze získat pouze nějakou formou **náhodného výběru**, který zajišťuje, že všechny jednotky cílové populace mají stejnou pravděpodobnost být vybrané do výběrového souboru.

- U průřezových studií může dojít k tomu, že lidé vybraní do studie se ve velké míře odmítají studie účastnit, a tím se dosažený vzorek odchyluje od složení cílové populace.
- V prospektivních studiích, zejména těch s delší dobou trvání, dochází k úbytku účastníků studie, což může také narušit reprezentativnost zkoumaného výběrového souboru.
- Ve studiích případů a kontrol může k výběrové chybě dojít jak při vytváření souboru případů, tak souboru kontrol. Např. když při studiu vztahu mezi kouřením a respiračními nemocemi jsou jako případy bráni lidé hospitalizovaní v určité nemocnici s respiračním onemocněním a kontrolní skupinu tvoří lidé hospitalizovaní v téže nemocnici s jinými diagnózami. Výsledkem bude podhodnocení vztahu mezi sledovanou expozicí a následkem. Důvodem je skutečnost, že mezi hospitalizovanými v kontrolní skupině bude více kuřáků než v běžné populaci, jelikož kouření je asociováno s horším zdravotním stavem a mezi hospitalizovanými jich bude pravděpodobně více než v běžné populaci.

Informační bias (*information bias*) vzniká kvůli nepřesným nebo nesprávným metodám sběru dat. Může k němu docházet na straně výzkumníka (*interviewer bias*), ale i na straně účastníků studie (*recall bias*). Příkladem interviewer bias může být špatně zvolený nebo nastavený měřicí přístroj, nepřesná definice sledované nemoci, tendence diagnostikovat nemoc častěji u lidí vystavených rizikovému faktoru, nesprávně formulované otázky nebo nabídnuté odpovědi v dotaznících. Recall bias se může objevit ve studiích případů a kontrol, kdy nemocní si lépe vzpomínají na události v minulosti, protože se jí v souvislosti s nemocí zabývají více než lidé bez nemoci. Na druhou stranu v určitých případech mohou nemocní zatajovat vystavení rizikovému faktoru, např. v situacích, kdy je dobré povědomí o škodlivých účincích určitého chování, jako je např. konzumace alkoholu v těhotenství.

Pokud k informačnímu bias dochází ve stejné míře v obou porovnávaných skupinách, hovoří se o **nediferenční chybě**. V tomto případě bývá obvykle obtížnější najít vztah mezi sledovaným faktorem a nemocí, příp. bývá tento vztah podhodnocený. Je-li však výskyt bias ve studované a kontrolní skupině odlišný, jde o tzv. **diferenční chybu**, při které, může být asociace pozorována tam, kde ve skutečnosti neexistuje, a obráceně.

Pokud se určitému bias nepodařilo ve studii vyhnout, je důležité pokusit se třeba i dodatečným získáním informací odhadnout, jakým způsobem (směr a síla asociace) byla zjištění ve studii ovlivněna.

Příčinný vztah

Kauzální vztah mezi sledovaným faktorem a jeho následkem nelze vzhledem k pravděpodobnostní povaze závěrů epidemiologických studií a riziku možných zkreslení a chyb prokázat jedinou studií. Většinou jde o dlouhou cestu, kdy na základě mnoha různých typů studií dojde odborná veřejnost ke shodě na tom, že daný vztah je kauzální. Při úvahách o tom, zda by případně sledovaná asociace mohla být kauzální, se v epidemiologii používá mnoho pravidel a kritérií. Často jsou např. zmiňována **kritéria významného britského epidemiologa Sira Austina Bredforda Hilla**.

On sám nepovažoval žádné ze svých níže uvedených kritérií za nutnou podmínku kauzality, zdůrazňoval potřebu individuálního pohledu na každý studovaný vztah. Stanovená kritéria považoval spíše za **hlediska**, ze kterých má být vztah posuzován a která mohou pomoci zjistit, jestli pro něj neexistuje jiné vysvětlení. Nesplnění jakéhokoli kritéria nevede k vyloučení kauzálního vztahu, protože neplatí vždy jednoznačně a existují z nich výjimky.

Síla asociace

Hill předpokládal, že čím je vztah mezi expozicí a následkem silnější, tím je větší pravděpodobnost, že jde o kauzální vztah. Podle něj totiž hrozí menší riziko, že silná asociace je zcela způsobena nějakým neznámým confounderem či bias. Naopak u slabších asociací je pravděpodobnost vlivu zkreslujících faktorů větší. Hill sám ovšem uznal skutečnost, že slabá asociace nevylučuje příčinný vztah. Třeba u chronických nemocí se často objevují relativně slabé, ale statisticky významné asociace (např. mezi kouřením a ischemickou chorobou srdeční), které mohou být kauzální. Stejně tak lze najít příklady silných, ale nekauzálních asociací. Silná statistická závislost existuje třeba mezi Downovým syndromem a pořadím narozeného dítěte, ve skutečnosti je ale příčinným faktorem věk matky. S rozvojem statistických metod se větší důraz klade na statistickou významnost než na sílu (těsnost) vztahu. *Ani statistická významnost ovšem sama o sobě nezaručuje smysluplné vysvětlení asociace, klinický význam ani její příčinný charakter.* Každou asociaci je nutné podrobit hodnocení v širším kontextu včetně dalších níže uvedených hledisek.

Konzistence

Podle tohoto hlediska je větší pravděpodobnost, že jde o příčinný vztah, pokud odlišně uspořádané studie provedené na různých místech a u různých populací docházejí ke stejným závěrům. Ovšem je známo, že někdy se v důsledku náhodných chyb liší i výsledky velmi podobně navržených studií. Protichůdné závěry studií mohou být také zjištěny, když je vztah mezi expozicí a následkem zkoumán za podmínek, které nemusely být v dosavadních studiích sledovány (např. určitá konstelace dílčích příčinných faktorů). Konzistence výsledků se pak může projevit později, až když jsou rozpoznány všechny důležité aspekty příčinného mechanismu, s čímž se však setkáváme jen zřídka. Protichůdný výsledek může ale být způsoben třeba i tím, že u všech dříve provedených studií docházelo ke stejnému zkreslení.

Specificita a reversibilita

U tohoto hlediska se posuzuje, zda se sledovaná příčina váže ke vzniku pouze jedné nemoci. Má význam např. při prokazování specifického biologického původce infekční nemoci, ovšem zejména v případě multifaktoriálního pojetí vzniku chronických nemocí, kdy jeden faktor (např. kouření) může být příčinou více různých nemocí, nemá použití tohoto kritéria příliš velké opodstatnění. I přesto ale platí, že pokud se sledovaná příčina vyskytuje pouze u určité nemoci, je vyšší pravděpodobnost, že půjde o kauzální vztah. Se specificitou je spojována též reversibilita, kdy se sleduje, jestli odstranění příčiny vede k poklesu rizika onemocnění, což opět zvyšuje pravděpodobnost kauzálního vztahu.

Časová následnost

Jde asi o jediné ze zde uvedených hledisek, které musí platit vždy. Příčina musí předcházet (dostatečně dlouho) vzniku sledovaného následku.

Biologický gradient (vztah dávky a účinku)

Pokud jsou vyšší hladiny expozice asociovány s vyšším rizikem nemoci, svědčí to podle Hilla ve prospěch kauzality. Ale ani toto není podmínkou kauzálního vztahu. A nejde jen o otázku přesného stanovení expozice nebo o možný vliv confounderů, ale rovněž o to, že ne každá kauzální asociace musí nutně vykazovat gradient (tj. jednosměrnou, resp. monotónní závislost). Riziko nemusí pravidelně růst s rostoucí expozicí, k jeho zvýšení může dojít po dosažení určité *prahové hodnoty* (např. různé intoxikace).

Biologická plauzibilita

Pokud je znám biologický mechanismus vzniku nemoci, zvyšuje se pravděpodobnost kauzálního vztahu. Jestliže takový mechanismus neznáme, nemusí to nutně znamenat, že nejde o kauzální vztah, ale pouze to, že sledovaný vztah není zatím dostatečně prozkoumán.

Koherence

Koherence se v Hillově pojetí blíží již dvěma dříve uvedeným hlediskům – konzistenci a biologické plauzibilitě. Jde o jejich rozšíření v tom smyslu, že pokud je sledovaný faktor příčinou nemoci, nemělo by být jeho působení v rozporu s poznatky z žádných studií a ze žádného vědního oboru. Pro zkoumaný vztah by nemělo by existovat žádné jiné možné vysvětlení.

Experimentální potvrzení

Experimentální studie poskytují neobjektivnější výsledky o vlivu sledovaného faktoru na vznik nemoci ze všech typů studií. Díky randomizaci (tj. náhodnému rozdělení účastníků studie do skupiny experimentální a do skupiny kontrolní) zde dochází k vyváženému výskytu všech známých i neznámých charakteristik a faktorů ve srovnávaných skupinách, čímž se eliminuje jejich vliv na získané výsledky. Navíc obvyklé dvojité zaslepení studie umožňuje vyhnout se určitým systematickým chybám. Velikou nevýhodou však je, že velké většině případů nelze z *etických důvodů* tímto způsobem prokazovat vliv sledovaného faktoru na vznik nemoci (není přípustné určovat, kdo bude a kdo nebude vystaven působení faktoru).

Úkoly na doplnění a procvičení tématu příčinnosti v epidemiologii

1. Studie zjišťovala úspěšnost jednoho dlouhodobého programu pro diabetiky zaměřeného na snižování hmotnosti. U všech účastníků, kteří program dokončili, bylo zjišťováno, zda a k jakému úbytku hmotnosti u nich došlo. Co je v takto provedené studii zdrojem výběrové chyby? Jakým způsobem by ovlivnila výsledky?
2. Jaké potenciální confoundery by mohly zkreslovat zjištěnou asociaci, kdy platí, že čím více má žena dětí, tím má vyšší riziko rakoviny prsu?

Použité zdroje

Bonita R, Beaglehole R, Kjellström T. *Basic Epidemiology*. Geneva World Health Organization; 2006.

Fedak KM, Bernal A, Capshaw ZA, Gross S. Applying the Bradford Hill criteria in the 21st century: how data integration has changed causal inference in molecular epidemiology. *Emerg Themes Epidemiol*. 2015;12: 14. Published 2015 Sep 30. doi:10.1186/s12982-015-0037-4

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern Epidemiology*. 3rd edition. Wolters Kluwer; 2008.

Webb P, Bain C. *Essential Epidemiology*. Cambridge University Press; 2011.

Rivier University. What is the epidemiologic triangle? Rivier University. <https://www.rivier.edu/academics/blog-posts/what-is-the-epidemiologic-triangle/>

Accessed September 8, 2023.

9. ZÁKLADNÍ TYPY EPIDEMIOLOGICKÝCH STUDIÍ

Z hlediska cílů a provedení rozlišujeme několik základních typů epidemiologických studií, které jsou přehledně uvedeny v následujícím rámečku.

Rámeček 3: Základní typy epidemiologických studií

Typ studie	Časové hledisko	Jednotka
STUDIE ZALOŽENÉ NA POZOROVÁNÍ		
I. Deskriptivní studie		
a) Ekologické (<i>korelační</i>)	Průřezové	Populace
b) Průřezové (<i>prevalenční</i>)	Průřezové	Jedinec
II. Analytické studie		
c) Kohortové	Prospektivní, retrospektivní	Jedinec
d) Příklad–kontrola (<i>case–control</i>)	Prospektivní, retrospektivní	Jedinec
STUDIE ZALOŽENÉ NA EXPERIMENTU		
III. Kontrolovaný pokus	Prospektivní	Jedinec
IV. Populační intervenční studie	Prospektivní	Populace

Pozorování vs. intervence

Epidemiologické studie dělíme na dvě velké základní skupiny. Do první patří studie založené na pozorování (studie observační), do druhé studie intervenční (experimenty). V **observačních** studiích výzkumníci pouze pozorují a zaznamenávají události tak, jak k nim přirozeně dochází v životech účastníků a nijak do jejich průběhu nezasahují. Naproti tomu v **intervenčních** studiích mají výzkumníci podmínky průběhu studie pod kontrolou a určují, kdo a jaké expozici (faktorů) bude vystaven.

Observační studie můžeme dále rozdělit na studie **deskriptivní a analytické**. Toto dělení ovšem není jednoznačné, někteří autoři považují za analytické všechny studie, které vedle popisu vykazují i nějakou snahu o analýzu vztahů mezi nemocemi a jejich předpokládanými rizikovými faktory. Jiní autoři za analytické považují pouze ty studie, které jsou schopny prokazovat kauzální závislosti, a tohoto kritéria se přidržíme i zde.

Základními typy **intervenčních studií** jsou randomizovaný kontrolovaný experiment a terénní populační pokus. Ačkoliv intervenční studie přinášejí nejspolehlivější závěry, jejich využití v epidemiologii je omezené zejména z etických důvodů. Nelze je totiž ze zřejmých důvodů použít pro prokazování rizikových faktorů. Můžeme jejich prostřednictvím zjišťovat pouze účinky faktorů, u kterých oprávněně předpokládáme pozitivní nebo žádný vliv na zdraví. Experiment se využívá v situaci, kdy víme hodně na to, abychom se o intervenci nepokusili a málo na to, abychom intervenci provedli u celé populace.

Časové hledisko

U studií je vždy důležité časové hledisko. Podle něho dělíme studie na průřezové, prospektivní a retrospektivní. Pro **průřezové studie** vždy platí, že je v nich zjišťován výskyt nemoci a rizikových faktorů ve stejném časovém okamžiku. Složitější je to s rozlišováním prospektivních a retrospektivních studií. V epidemiologii se totiž můžeme setkat se dvěma odlišnými přístupy:

- U prvního jde o to, zda se ve studii provádí pozorování **od příčiny k následku** (prospektivní studie), příp. se postupuje obráceně, **od následku k příčině** (retrospektivní studie), a to bez ohledu na to, zda data o studovaných expozicích a následcích existovala už před zahájením studie (např. ve zdravotnické dokumentaci osob zařazených do studie), anebo byla sbírána v průběhu studie.
- Druhý způsob vychází z toho, jaká data jsou k dispozici při zahájení studie, a ne v jakém směru je z hlediska času prováděno sledování. Prospektivní studie jsou pak takové, ve kterých máme při zahájení studie informace o tom, kdo je exponován, ale ke sledovanému následku dochází vždy až po zahájení studie. V retrospektivních studiích naopak expozice i následek proběhly už před zahájením studie (viz obrázek 13 a 14).

Toto dvojí chápání časového hlediska je matoucí. První dělení je intuitivnější a jednodušší, výrazněji se nicméně v epidemiologických kruzích nyní prosazuje druhé pojetí, ze kterého proto bude vycházet i níže uvedený popis analytických epidemiologických studií.

Jednotka

Epidemiologické studie jde dále rozdělit také podle toho, jak jsou definovány jednotky pozorování, přičemž jednotkou může být osoba nebo populační celek.

Deskriptivní studie

Deskriptivní studie podávají informaci o výskytu a rozložení podle osob (KDO?), místa (KDE?) a času (KDY?). Mezi deskriptivní epidemiologické studie bývají řazeny zejména studie *ekologické a průřezové*. Přestože kromě popisu je často jejich součástí i zjišťování asociací mezi nemocemi a sledovanými charakteristikami, uspořádání těchto studií (až na výjimky) neumožňuje prokazování kauzálních vztahů a zjištěné asociace slouží především k tvorbě hypotéz o možných kauzálních vztazích, které jsou pak ověřovány jinými typy epidemiologických studií.

Ekologická studie (*ecological study*)

Většina epidemiologických studií pracuje s daty zjišťovanými na individuální úrovni. V ekologických studiích jsou ale jednotkami pozorování různě definované populační celky (např. obyvatelstvo státu či kraje, žáci základních škol, pracovníci určitých výrobních podniků apod.). Odtud se také odvozuje název tohoto typu studie (údaje za populace jsou chápány jako údaje ekologické). Výskyt nemocí a jejich předpokládaných rizikových či protektivních faktorů (expozic) je zjišťován vždy v agregované podobě za celé populační jednotky. Velmi často využívají již existující data.

V ekologických studiích se zjišťuje, zda existuje korelace (vztah) mezi expozicí a následkem (nemocí, úmrtím), proto se někdy v literatuře označují také jako studie korelační. Východiskem je bodový graf, ve kterém je umístění každé jednotky dáno hodnotou dvou údajů, a to o celkovém výskytu faktoru a o celkovém výskytu nemoci. Na základě umístění bodů v grafu můžeme určit, zda a jaká závislost (lineární či nelineární, přímá či nepřímá) existuje mezi sledovaným faktorem a nemocí. Síla a směr případné korelace se vyjadřuje výpočtem vhodné zvolené korelačního koeficientu.

Ekologické studie se obvykle využívají, když

- nejsou k dispozici údaje o rizikovém faktoru na úrovni jedinců (např. při sledování vlivu znečištění ovzduší, bydlení v deprivované oblasti nebo příslušnosti k sociální vrstvě na výskyt nemocí),
- se přímo zajímáme o agregované efekty (vliv zvýšení spotřební daně u tabákových výrobků na snížení jejich spotřeby, vliv celkové úrovně příjmové nerovnosti na střední délku života),

- chceme poukázat na možnou souvislost mezi výskytem rizikového faktoru a výskytem nemoci, a to:
 - v různých populacích v určitém časovém okamžiku (můžeme například sledovat, zda je v evropských zemích s vyšší průměrnou spotřebou červeného masa vyšší i celková incidence kolorektálního karcinomu),
 - v jedné populaci v různých časových obdobích (můžeme zjišťovat, zda se v ČR v průběhu 50 let se změnou průměrné spotřeby červeného masa měnila také incidence kolorektálního karcinomu).

Výhody ekologických studií

- Pokud využívají data z rutinních statistik, jsou levné a rychle proveditelné.
- Umožňují využít rutinní statistiky k vytváření hypotéz o etiologii nemocí.
- Měří vliv expozic, které nejsou zjistitelné na individuální úrovni. V takovém případě mohou být ekologické studie řazeny mezi studie analytické.

Nevýhody ekologických studií

- Přejímají nedostatky rutinních statistik, včetně jejich rozdílné kvality v jednotlivých zemích.
- Agregované údaje neumožňují sledovat potenciální confoundery (třetí faktory), jejich vliv u jednotlivců nelze v tomto typu studie kontrolovat.
- Neumožňují prokazování kauzálních vztahů. Poukazují pouze na **možný vztah** mezi výskytem rizikového faktoru a nemoci, jelikož pozorovaná korelace může být vždy pouze výsledkem tzv. **ekologického zkreslení** (*ecological fallacy*).

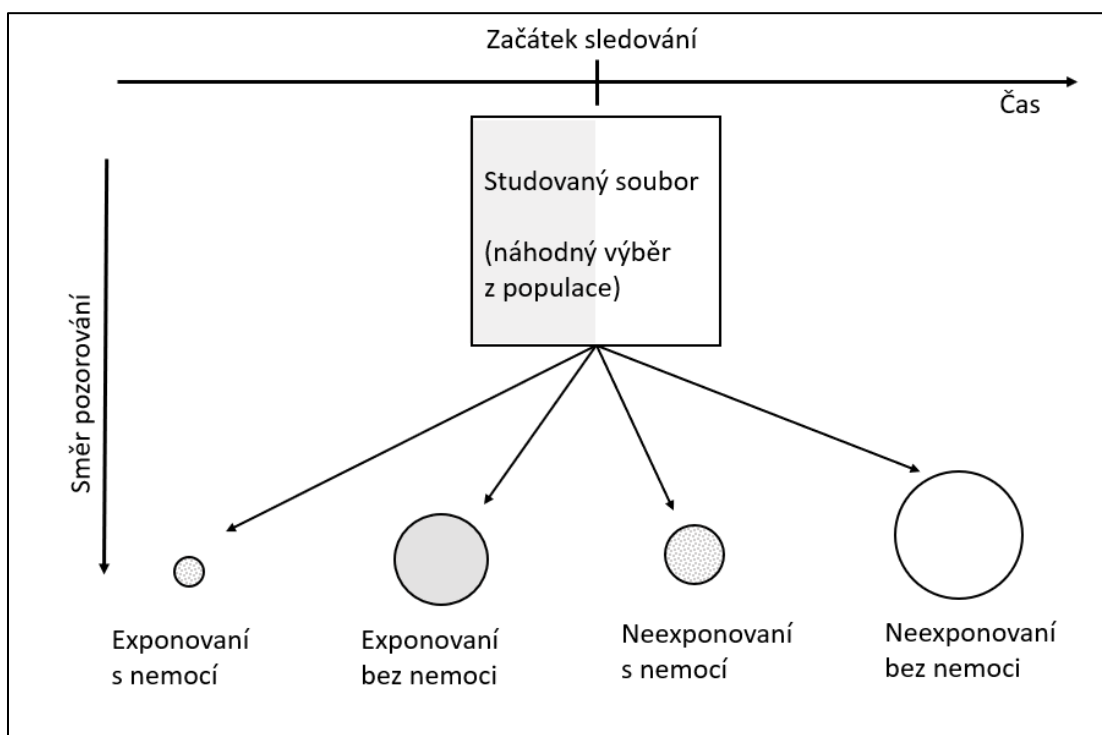
Ekologické zkreslení

Jeho podstatou je, že agregovaná data mohou vyjadřovat vztah mezi faktorem a nemocí, který je na individuální rovině buď slabší, příp. vůbec neexistuje nebo sice existuje, ale má opačný směr. Např. když zjistíme, že čím je v jednotlivých evropských zemích vyšší spotřeba červeného masa, tím je tam vyšší výskyt kolorektálního karcinomu, nejsme schopni na populačních datech ověřit, že sledovaná nemoc se vyskytuje skutečně právě u těch lidí, kteří konzumují červené maso. Pozorovaná korelace tak může být pouze výsledkem tzv. ekologického zkreslení.

Průřezové (prevalenční) studie (*cross-sectional study*)

Soubor sledovaných osob vytváříme nejlépe **náhodným výběrem** jedinců z definované cílové populace. Údaje o přítomnosti nemocí a rizikových faktorů na individuální úrovni jsou zjišťovány jednorázově v přesně určeném okamžiku (nebo krátkém intervalu), vytváříme jakoby „momentku“ daného souboru, na které můžeme zjistit počet lidí s nemocemi a rizikovými faktory, které jsou předmětem studie. Průřezové studie se někdy označují jako prevalenční, protože primárně poskytují informace o **prevalenci nemocí a o prevalenci rizikových faktorů** ve studované populaci.

Obrázek 11: Schematické znázornění průběhu průřezové studie



Průřezové studie popisují nejen četnost, ale i rozložení rizikových faktorů a nemocí v populaci podle charakteristik osob, místa a času, které jsou chápány jako možné rizikové faktory. Sledování **současného výskytu nemocí a vybraných rizikových faktorů** umožňuje srovnávat výskyt nemoci ve skupině s určitým faktorem a ve skupině bez rizikového faktoru a zjišťovat tak přítomnost asociace mezi vybraným faktorem a nemocí. Jelikož ale v průřezových studiích chybí časové hledisko, nelze obvykle přesně určit, co je příčina a co následek. Například v průřezových studiích byl opakovaně zjištěn vztah mezi kouřením a neurózou. Nelze však rozhodnout, zda kouření způsobuje neurózu, nebo jestli lidé s neurózou jsou náchylnější ke

kouření. Proto výsledky tohoto typu studií slouží především jako **zdroj hypotéz** o možných příčinných vztazích, které je nutno ověřit jinými typy studií.

Výjimku představují **analytické průřezové studie**, které se zabývají vlivem **expozi**c, jež zcela určitě předcházejí výskytu onemocnění (krevní skupina, barva očí). Pak mohou být zjištěné asociace mezi expozičními a nemocí interpretovány z pohledu možné příčinné souvislosti.

Výhody průřezových studií

- Studie bývá rychle a relativně levně proveditelná
- Vzorek populace zahrnuje všechny nemocné (nedochází k fenoménu ledovce jako v rutinních statistikách nemocnosti).
- Umožňují získat informace o prevalenci nemocí a rizikových faktorů, které nejsou rutinně sledovány.

Nevýhody průřezových studií

- Nezahrnují časové hledisko, často je při zjištěné asociaci mezi nemocí a rizikovým faktorem obtížné určit, co je příčina a co následek.
- Není vhodná pro záchyt vzácných onemocnění s krátkým trváním.

Analytické studie

Základním znakem analytických observačních studií je, že jsou vhodné k prokazování kauzálních vztahů a vždy pracují alespoň se dvěma skupinami osob, a to se skupinou studovanou a se skupinou kontrolní. Spadá sem studie kohortová (*cohort study*) a studie případů a kontrol (*case-control study*). V těchto studiích je obvykle ověřovaná hypotéza, že určitý faktor se podílí na vzniku a studované nemoci.

Kohortové studie

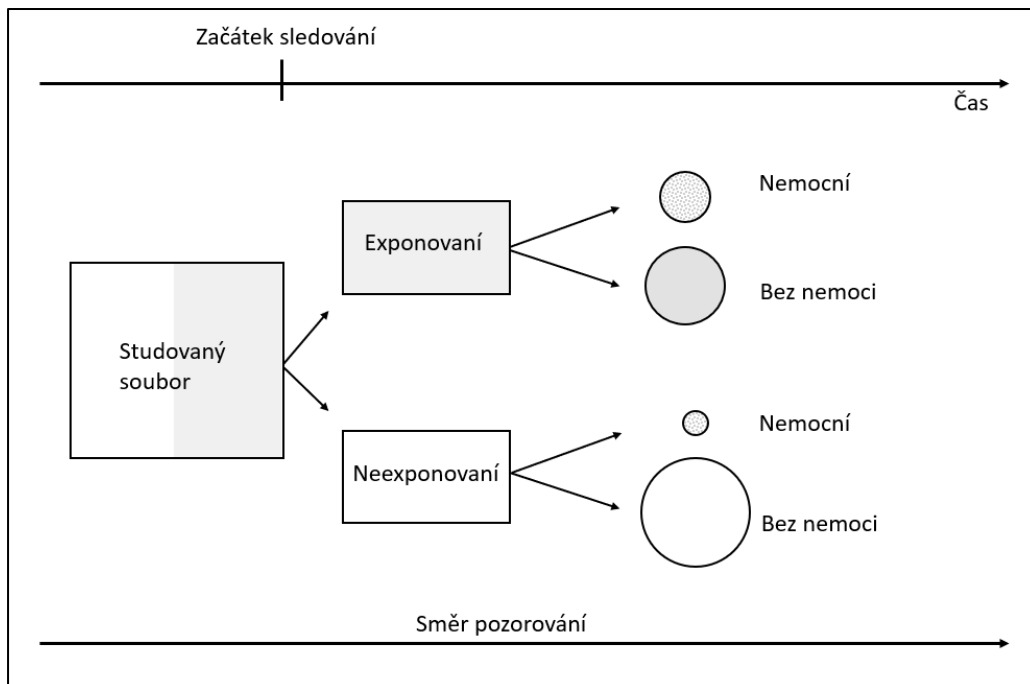
Odpovídají na otázku, zda vystavení sledovanému faktoru zvyšuje riziko vzniku studovaného onemocnění. Tento typ studie totiž umožňuje odhadnout, jak velké je **riziko (pravděpodobnost), že dojde ke vzniku nemoci** u osoby vystavené a u osoby nevystavené působení sledovaného faktoru.

Na začátku studie je soubor lidí bez sledované nemoci. Soubor je rozdělen na dvě skupiny podle toho, zda jsou lidé přirozeně ve svém životě vystaveni působení sledovanému rizikovému faktoru, ti potom tvoří skupinu studovanou (exponovanou, též rizikovou), či nikoliv (skupina kontrolní, neexponovaná či bez rizika). Celý soubor je sledován po dobu, jejíž délka závisí na tom, jak dlouho musí být osoba vystavena předpokládanému rizikovému faktoru, aby se u něj mohla nemoc rozvinout do fáze klinicky zjistitelných projevů. Může jít o několik let, ale i o několik desetiletí. Proto se tento typ studie také označuje jako *longitudinální studie*. V předem definovaných intervalech se v celém souboru zjišťuje počet nových případů nemoci.

Prospektivní kohortová studie

Je to běžnější typ kohortové studie popsany výše. Z časového hlediska jde o studii prospektivní, jelikož při jejím zahájení jsou sice známy údaje o expozici, ale data o nových případech nemoci se teprve sbírají v průběhu sledování.

Obrázek 12: Schematické znázornění průběhu prospektivní kohortové studie



Retrospektivní kohortová studie

Kohortová studie může probíhat i retrospektivně (někdy se hovoří o historické kohortové studii), kdy se pozorování provádí na historické populaci. To umožňuje vyhnout se dlouhodobému (nákladnému) pozorování. Přestože je studie provedena tak, že pozorování

vedeme od příčiny k následku, ve skutečnosti všechny údaje o expozici i o nemoci už někde existují před samotným zahájením studie. Např. lze u souboru lidí narozených v roce 1920 zkoumat, zda nízká porodní hmotnost souvisí s výskytem diabetu v dospělosti. Nejprve se soubor narozených v roce 1920, pro něž jsou dostupné porodní záznamy, rozdělí na ty, kteří se narodili s nízkou porodní hmotností (exponovaná skupina), a na ostatní (neexponovaná skupina). Ze zdravotnické dokumentace se pak zjišťuje, u kolika lidí v obou skupinách byl v průběhu dospělosti diagnostikován diabetes II. typu.

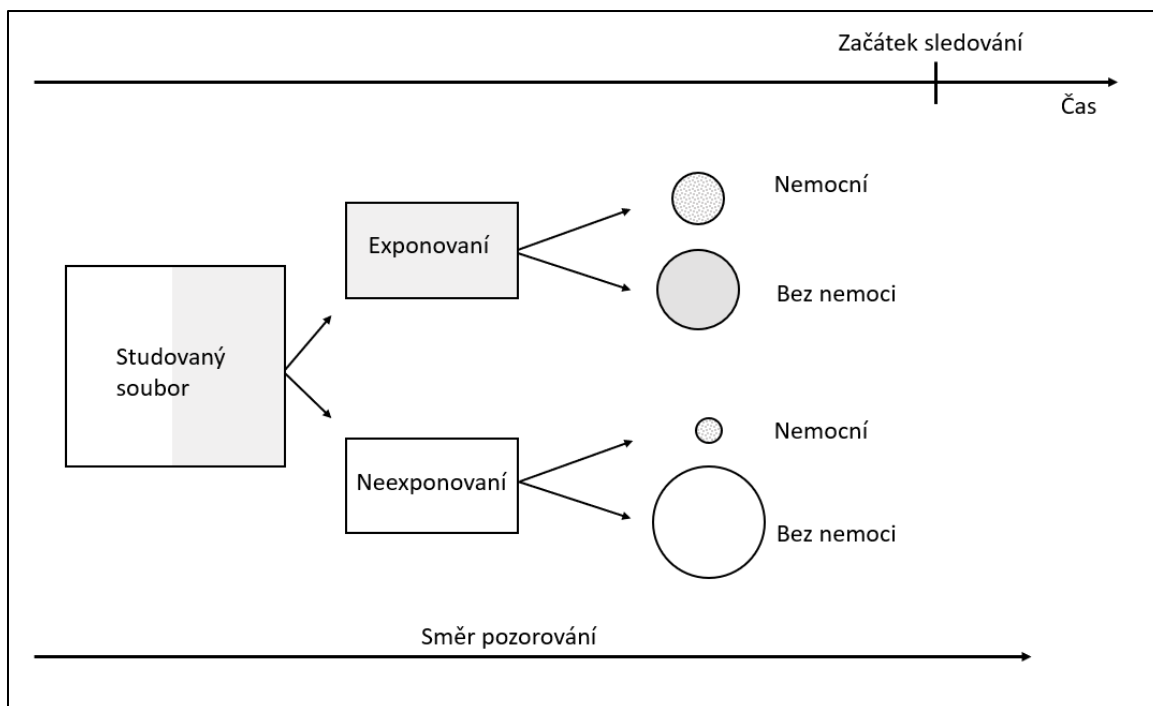
Vyhodnocení každé kohortové studie spočívá ve statistickém srovnání incidence nemoci ve skupině exponované a incidence ve skupině neexponované (více viz kapitola 10).

Volba cílové populace v kohortových studiích závisí na výskytu sledovaného rizikového faktoru. Pokud jde o často se vyskytující jevy (kouření, konzumace alkoholu, nedostatek pohybové aktivity), můžeme vycházet z obecné populace. Jestliže však hodnotíme působení poměrně vzácného faktoru, např. nás bude zajímat vliv častého kontaktu s minerálními oleji na výskyt rakoviny jícnu, musíme si zvolit populaci, ve které je dostatečný výskyt takové expozice.

Výhody kohortových studií

- Jde o nejpřesnější, nejspolehlivější a nejobjektivnější observační studie.
- Údaje o expozici jsou zjišťovány ještě před vznikem onemocnění, takže nemohou být ovlivněny na základě znalosti výskytu nemoci
- Jsou vhodné i pro studium vzácných rizikových (nebo protektivních) faktorů (cílová populace je definována s ohledem na zajištění dostatečného výskytu sledovaného faktoru).
- Umožňují sledovat vícečetné následky jednoho rizikového faktoru.
- Lze v nich přímo měřit incidenci (riziko onemocnění) ve studovaném i kontrolním souboru.
- V těchto studiích nejsou problémy s objasněním časového vztahu mezi rizikovým faktorem a vznikem nemoci.

Obrázek 13: Schematické znázornění průběhu retrospektivní kohortové studie



Nevýhody kohortových studií

- Finanční, časová a organizační náročnost prospektivní kohortové studie (jde o dlouhodobé studie pracující s velkými soubory lidí).
- V průběhu prospektivní studie může klesat počet sledovaných osob z důvodu jejich vystoupení ze studie nebo změny expozice (ohrožení reprezentativnosti).
- Nejsou vhodné pro studium vzácných onemocnění (zejména pokud vztah mezi expozicí a nemocí není velmi silný).
- Retrospektivní kohortová studie závisí na dostupnosti a kvalitě zdravotnických záznamů.

Studie případů a kontrol

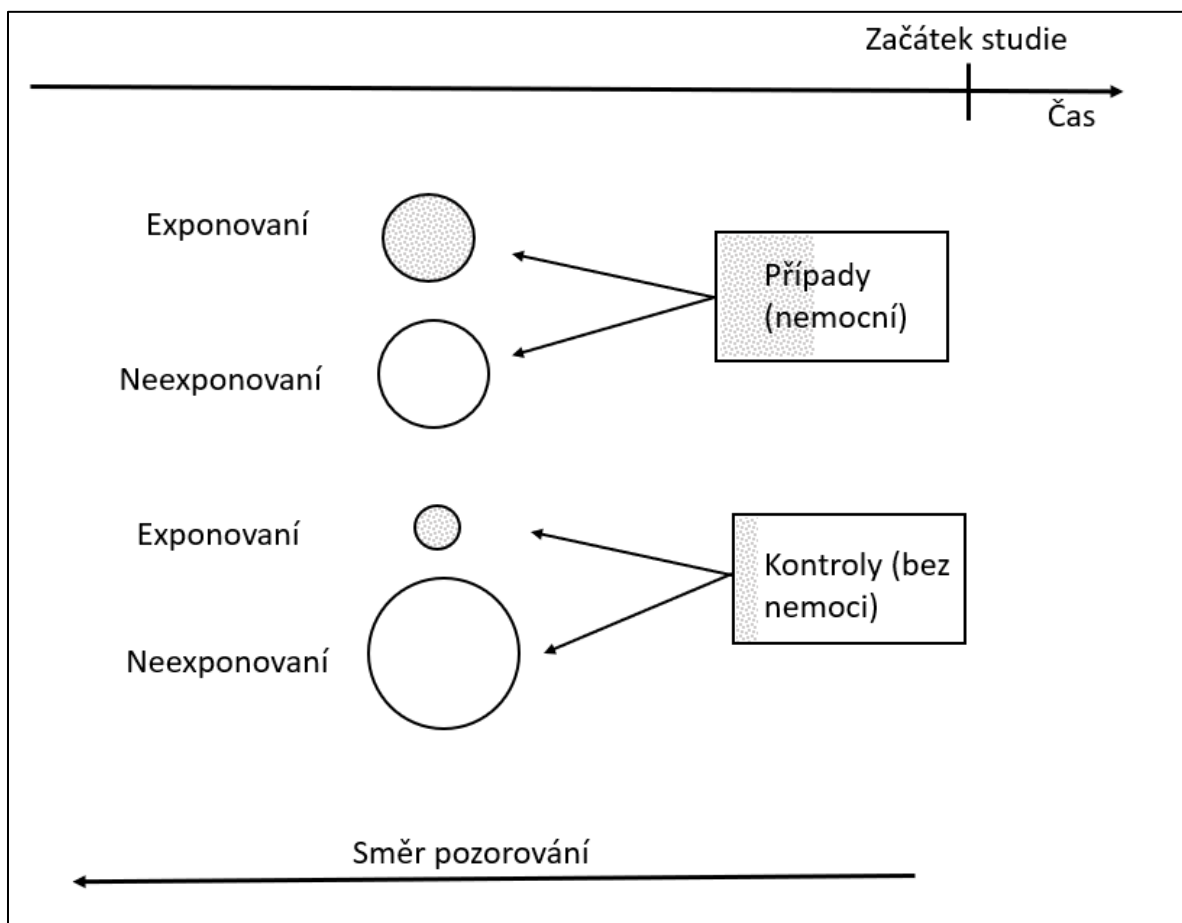
Tato studie začíná definováním skupiny případů a skupiny kontrol. První tvoří lidé se sledovanou nemocí (případy), druhou osoby bez této nemoci (kontroly). Výběr případů a kontrol musí být proveden bez ohledu na výskyt studovaného faktoru v obou skupinách.

Ve studii se pak zjišťuje, kolik osob v obou skupinách bylo v minulosti vystaveno působení rizikového faktoru. Pokud jsou případy známy již na počátku studie, pak jde o retrospektivní pozorování. Ale i tento typ studie může být proveden prospektivně, a to např. v případě, že se po zahájení studie nabírají nově diagnostikované případy nemoci, které jsou postupně zařazovány do již spuštěné studie.

Jedinci zahrnuti do skupiny případů musí splňovat přesně stanovené podmínky. To zahrnuje přesnou definici nemoci a osobních charakteristik (pohlaví, věk, místo bydliště). Případy lze vybrat z pacientů jednoho zdravotnického zařízení, kteří splňují definici případů. Je však důležité mít na paměti, že výsledky nelze vždy zobecnit na celou populaci. Alternativně lze provést náhodný výběr nemocných osob z cílové populace.

Při výběru kontrol je zásadní nalézt jedince, kteří budou co nejpodobnější případům. To může zahrnovat pacienty téhož zdravotnického zařízení, kteří se léčí s jinou nemocí nebo příbuzné, přátele a sousedy osob ve skupině případů. Tímto způsobem lze dosáhnout větší podobnosti než v reálném prostředí. Alternativou je náhodný výběr zdravých osob ve sledované populaci.

Obrázek 14: Schematické znázornění průběhu retrospektivní studie případů a kontrol



Vyhodnocení studie spočívá ve srovnání podílu osob vystavených působení rizikového fakturu ve skupině případů a v kontrolní skupině – usuzujeme na asociaci mezi vznikem nemoci a působením fakturu. Obvykle se jako ukazatel asociace počítá tzv. **odds ratio**. Relativní riziko

jako u kohortových studií nelze typicky použít, jelikož v tomto typu studie jsou to její autoři, kdo rozhoduje jak o počtu případů, tak o počtu kontrol ve studii.

Výhody studií případů a kontrol

- Hodí se pro studium vzácných onemocnění, osoby s nemocí si můžeme vyhledat a zařadit do studie.
- Studie jsou rychlé a levné s možností rychlého opakování, nemusíme dlouho čekat na vznik nemoci.
- Proto jsou také vhodné pro studium etiologie chronických onemocnění a nemocí s dlouhou latencí.
- Umožňují sledovat i více rizikových faktorů u jedné nemoci.

Nevýhody studií případů a kontrol

- V těchto studiích je nutné spoléhat se na lidskou paměť nebo na údaje ve zdravotnické dokumentaci (mohou být nedostatečné, nepřesné, rozdílné v závislosti na místě a čase pořízení).
- Někdy je obtížné zjistit časový vztah mezi expozicí rizikovému faktoru a vznikem onemocnění.
- Tento typ studie není vhodný pro studium vzácných rizikových faktorů (jejich nízký nebo žádný záchyt by mohl zkreslit výsledky studie).

Intervenční studie

Intervenční (experimentální) studie se odlišují od ostatních typů tím, že autoři aktivně zasahují do průběhu studie. Rozhodují o tom, kdo bude vystaven studovanému faktoru, tj. rozdělují účastníky do dvou skupin – do experimentální, jejíž členové budou exponováni sledovanému faktoru, a do kontrolní, neexponované skupiny.

Nejllepší je, když toto rozdělení proběhne randomizací, tedy zcela náhodně a nezávisle na autorech či na preferencích osob zahrnutých do studie. Randomizace je postup, díky kterému mají všichni účastníci studie stejnou pravděpodobnost, že budou vybráni do skupiny experimentální nebo kontrolní. Mohla by se provádět např. hodem mincí. Randomizací se zajistí, že všechny známé i neznámé vlastnosti účastníků budou rovnoměrně zastoupeny v obou skupinách a nebudou tak moci ovlivňovat výsledky experimentu. Pokud randomizace probíhá

na úrovni jednotlivců, jde o **klinický kontrolovaný pokus**, pokud je prováděna na úrovni populací, hovoříme o **populační intervenční studii**.

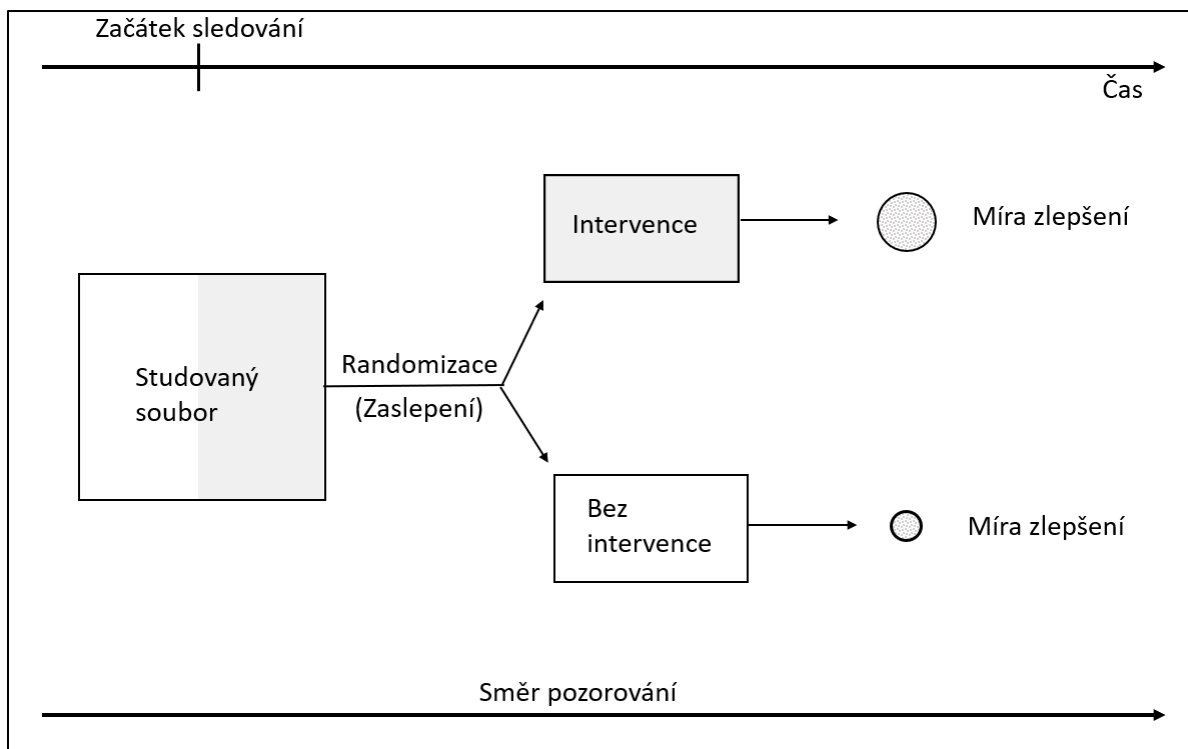
Ze zřejmých etických důvodů se intervenční studie nezaměřují na působení rizikových faktorů, ale na testování pozitivních intervencí. Klinické pokusy probíhají na pacientech a zkoumají účinnost léčiv nebo různých léčebných postupů, terénní studie jsou zaměřeny na hodnocení preventivních opatření a provádějí se ve zdravé populaci. Intervenční studie mají podobný průběh jako prospektivní kohortové studie – viz obrázek 15.

Klinický kontrolovaný pokus

U klinického pokusu je také nejdříve potřeba definovat cílovou populaci, tj. populaci na kterou se budou jeho výsledky vztahovat. Následně se vybere studovaná populace, ze které jsou posléze vyloučeny osoby nevhodné pro experiment (jde o tzv. restrikcí), a to např. z důvodu atypického průběhu nemoci, vícenásobné komorbidity, kontraindikace k testované léčbě apod., samozřejmě také osoby, které neposkytly informovaný souhlas. Pak již dochází k **randomizaci**, tedy k náhodnému rozdělení souboru na skupinu experimentální a kontrolní. Někdy se lze setkat i s nerandomizovanými studii, např. když je studovaný soubor pro použití randomizace příliš malý. Tyto studie pak mají samozřejmě větší riziko zkreslení.

Po rozdělení do skupin dochází k léčbě experimentální skupiny novým lékem (příp. léčebným postupem, nebo je v ní zkoušen nový preventivní režim). V kontrolní skupině probíhá léčba standardním lékem či placebem (příp. standardním léčebným postupem, nebo v ní je uplatňován standardní preventivní režim). Je vhodné, aby tam, kde je to možné, experiment probíhal v režimu **dvojitého zaslepení**, kdy účastníci studie ani výzkumníci, kteří s nimi přicházejí do kontaktu nevědí, kdo je ve skupině experimentální a kdo ve skupině kontrolní. Jde o postup snižující riziko **informačního bias** jak na straně pacientů, tak na straně výzkumníků. Nakonec dojde k vyhodnocení pokusu, měří se úspěšnost léčby, např. objektivně měřitelnou změnou zdravotního stavu, dobou přežívání pacientů, vnímanou změnou ve kvalitě života atd.

Obrázek 15: Schematické znázornění průběhu intervenční studie



Populační intervenční studie

Populační intervenční studie jsou někdy nazývány také jako **terénní kontrolované pokusy**. Probíhají v zásadě stejně jako klinický pokus. I zde, pokud to situace dovoluje, se uplatňuje randomizace a zaslepení. Na rozdíl od klinického pokusu se ale populační intervence provádějí na velkých populačních celcích, ve kterých převažují zdraví lidé, a proto se v nich testují především účinky preventivních intervencí, od vakcín přes jodizaci a fluoridaci soli až po preventivní výchovné programy.

Výhody intervenčních studií

- Jde o nejpřesnější, nejspolehlivější a nejobektivnější studie.
- Umožňují měřit incidenci sledovaného následku ve skupině experimentální i ve skupině kontrolní.
- V těchto studiích nejsou problémy s objasněním časového vztahu mezi expozicí a následkem.

Nevýhody intervenčních studií

- Etické problémy:
 - Lze je používat pouze pro testování faktorů, u kterých lze předpokládat pouze pozitivní dopad na zdraví.
 - Otázka testování zákroků již běžně používaných v klinické praxi, jejichž účinnost ale dosud nikdo přesvědčivě neprokázal. Na jedné straně vždy hrozí odpírání efektivní intervence kontrolní skupině, na straně druhé poskytování neúčinného nebo dokonce škodlivého zásahu skupině experimentální.
 - Osoby, které odmítnou účast v pokusu, mohou zkreslit reprezentativnost sledovaného souboru.
 - Předčasné ukončení experimentu při naplnění předem stanovených pravidel, obvykle když je prokázán pozitivní účinek intervence a otálení s jejím zavedením do praxe by přineslo zdravotní ztráty nebo když intervence vede k závažným nežádoucím vedlejším účinkům.
- Randomizaci a zaslepení není někdy možné vzhledem k velikosti souboru či povaze intervence použít.
- V populačních intervenčních studiích je nezdědka potřeba pracovat s velmi rozsáhlými populacemi (např. kvůli kontrole confounderů) a po dlouhou dobu (aby se prokázal plný efekt intervence), což činí tyto studie velmi finančně, organizačně a časově náročnými.
- Velká pozornost se musí věnovat výběru vhodných ukazatelů, kterými se bude srovnávat účinek standardních a nově testovaných postupů.

Hierarchie důkazů, systematické přehledy a metaanalýzy

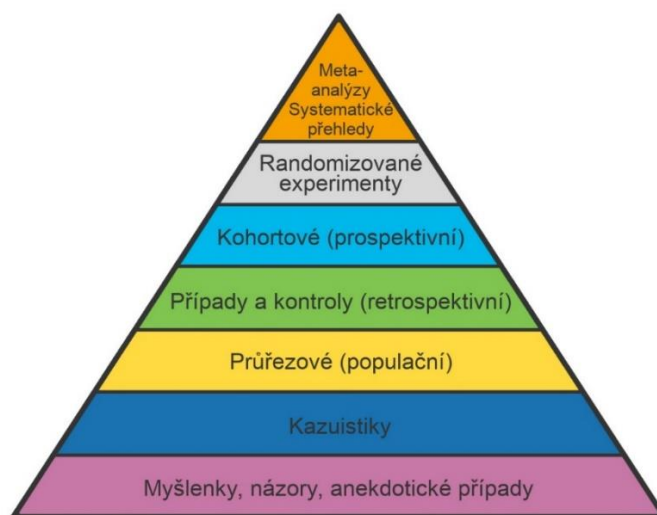
Hierarchie důkazů je systém, který se používá k hodnocení síly a spolehlivosti různých typů studií. Tato hierarchie pomáhá určit, jak spolehlivé jsou výsledky získané použitím jednotlivých studií a jak blízko jsou pravdě. Často se pro zobrazení této hierarchie používá Haynesova pyramida důkazů (obrázek 16).

V této pyramidě jsou studie seřazeny tak, že s každou pozicí blíže k vrcholu roste síla důkazů, které jednotlivé typy studií přinášejí, a směrem od vrcholu k základně pyramidy roste riziko výskytu určitého zkreslení či chyby.

Tak například vidíme, že z analytických studií stojí výše v pyramidě studie kohortové než studie případů a kontrol. Nejvýše jsou z primárních studií (studie, ve kterých se sbírají data) umístěny intervenční studie, jejichž výsledkům se nejvíce věří, neboť mívají nejmenší prostor pro různá úskalí (zkreslení, chyby) v hodnocení výsledků. Naopak nejnížší patra pyramidy zaujímají studie popisné a kazuistiky. Hodnocení skutečných realizovaných studií však tomuto teoretickému postavení nemusí nutně odpovídat. Dobře připravená a provedená kohortová studie bude prostě přinášet kvalitnější výsledky než špatně provedený randomizovaný kontrolovaný experiment.

Úplně na špičce pyramidy stojí sekundární studie – systematické přehledy a metaanalýzy. Ty představují klíčové nástroje pro syntézu a shrnutí dostupných důkazů z jednotlivě provedených studií přinášejících odpověď na stejnou výzkumnou otázku.

Obrázek 16: Haynesova pyramida důkazů.



Autor: Pavlíková, M. Haynesova pyramida evidence. Vlastní dílo. Licence cc by 3.0 cz. <https://www.wikiskripta.eu/w/Soubor:Haynesova-pyramida.jpg#filelinks>

Systematický přehled

Systematický přehled (nebo systematické review) je specifická forma vědeckého výzkumu, který se zaměřuje na shromáždění, syntézu a vyhodnocení všech dostupných relevantních důkazů týkajících se určité výzkumné otázky. V průběhu vytváření přehledu se přísně dodržují nastavené postupy a kritéria, aby studie byla opakovatelná. Hlavním cílem systematického přehledu je poskytnout ucelený a objektivní přehled nejspolehlivějších dostupných poznatků, aby bylo možné podat vědeckými důkazy podloženou odpověď na stanovenou otázku.

Postup systematického přehledu lze zjednodušeně charakterizovat následujícími body:

- Formulace výzkumné otázky: Jednoznačné definování vědecké otázky, která bude předmětem přehledu.
- Vyhledání relevantních studií: Základem přehledu je systematické vyhledávání všech zdrojů informujících o studiích řešících stejnou výzkumnou otázku (včetně např. diplomových a disertačních prací). Těžiště spočívá ve vyhledávání relevantních studií různých databázích, jako jsou PubMed, Web of Science, Scopus atd.
- Výběr studií: Na každou nalezenou studii jsou aplikována předem explicitně formulovaná kritéria pro začlenění či vyloučení studie, vychází se z abstraktu a plného textu. Sleduje se kvalita provedení studie a možná rizika zkreslení výsledků. Cílem je zahrnout do přehledu opravdu pouze kvalitní studie.
- Syntéza výsledků, interpretace a závěry: Systematický přehled poskytuje **kvalitativní analýzu dat**. Jejím základem je shrnutí a interpretace dat a závěrů ze studií zahrnutých do přehledu, s cílem odpovědět na vědeckou otázku. Jsou diskutovány a formulovány souhrnné závěry.

Metaanalýza

Metaanalýza je vědecký postup, který umožňuje provést souhrnnou **kvantitativní analýzu dat** získaných z více nezávislých studií. Jejím cílem by mohlo být např. poskytnout kvantitativní odhad podílu sledované expozice na vzniku nemoci. První etapou každé metaanalýzy je vždy už výše popsáný systematický přehled, po kterém ještě ale vždy následuje **statistická analýza velkého souboru dat vhodně agregovaných dat z vybraných studií**. Správně provedená metaanalýza na velkém souboru dat má mnohem vyšší stupeň věrohodnosti než jednotlivé studie. Dobře provedená metaanalýza je považována za jeden z nejsilnějších důkazů v hierarchii věrohodnosti důkazů v moderní medicíně.

Přestože jsou systematické přehledy a metaanalýzy považovány za nejsilnější studie, může i v jejich realizaci docházet k různým metodologickým problémům, chybám a zkreslením, které mohou spolehlivost metaanalýz a systematických přehledů významně zhoršit.

Úkoly na doplnění a procvičení tématu základní typy epidemiologických studií

1. Navrhněte, jaký typ studie nejlépe použít pro zjišťování odpovědí na následující otázky. Zvažte pečlivě výhody a nevýhody jednotlivých typů studií a zkuste popsat, jak by pak taková studie probíhala. Jaké confoundery by případně do sledovaného vztahu mohly zasahovat?
 - a) Může pravidelné používání acylpyrinu snížit riziko infarktu srdce a mozkové mrtvice?
 - b) Zvyšuje konzumace kávy u žen riziko vzniku ischemické choroby srdeční?
 - c) Jak velký má účinek fluoridace vody na incidenci zubního kazu u dětí ve věku 10–15 let?
 - d) Vedou mnohočetná ultrazvuková vyšetření v těhotenství k vyššímu riziku vrozených srdečních vad u dětí?
 - e) Přispívá znečištěné ovzduší k vyššímu výskytu astmatu u dětí?
 - f) Mají osoby s krevní skupinou 0 větší riziko vzniku vředové choroby?

Použité zdroje

Bencko V, Hrach K, Malý M, et al. *Statistické metody v epidemiologii. Svazek 1*. Karolinum; 2003.

Bonita R, Beaglehole R, Kjellström T. *Basic Epidemiology*. Geneva World Health Organization; 2006.

Göpfertová D, Hladíková M, Šejda J, Hroboň P. *Epidemiologie: průvodce epidemiologickou metodou*. Triton; 1999.

Greenberg RS, Daniels SR, Flanders WD, et al. *Medical epidemiology*. New York: Lange Med. Books, McGraw-Hill; 2012.

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství*. 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Webb P, Bain C. *Essential Epidemiology*. Cambridge University Press; 2011.

10. VYHODNOCENÍ EPIDEMIOLOGICKÝCH STUDIÍ

Analytické epidemiologické studie odhalují kauzální vztahy mezi faktory a nemocemi, a proto představují zásadní oblast epidemiologie. Důležitou roli při vyhodnocování výsledků epidemiologických studií má **statistika**. Poskytuje nám metody pro měření vztahů (asociací) mezi hromadnými náhodnými jevy, pro stanovení těsnosti, resp. síly zjištěných vztahů, pro určení statistické významnosti, ale i pro stanovení velikosti chyb svázaných se statistickými závěry. V této kapitole se podíváme na jednoduché, ale v epidemiologii často používané statistické ukazatele, kterými lze vyhodnocovat analytické epidemiologické studie, a to na tzv. **rizika**.

V epidemiologii, stejně jako v běžném životě, riziko vyjadřuje pravděpodobnost výskytu nějakého nepříznivého jevu, např. nemoci nebo úmrtí. A protože **riziko je pravděpodobnost**, lze k jeho měření a hodnocení využívat metody matematické statistiky, které vycházejí z teorie pravděpodobnosti. Riziko tedy v tomto kontextu můžeme definovat jako podíl *případů, u nichž došlo ke sledovanému nepříznivému jevu, z celkového počtu případů, u nichž k tomuto jevu dojít mohlo*. Opakem rizika, tedy pravděpodobností, že nastane příznivý jev (např. uzdravení), je *naděje*.

Mnoho ukazatelů, se kterými jsme se seznámili v předchozím textu, je založeno na pravděpodobnosti, např. incidence *risk*, okamžiková prevalence či smrtnost. Vyhodnocení analytických epidemiologických studií může proběhnout na základě srovnání dvou takových rizik, kdy jedno je spočítáno pro skupinu studovanou (exponovanou), druhé pro skupinu kontrolní (neexponovanou).

Vyhodnocení prospektivních kohortových studií

V těchto studiích se zaznamenává počet nových případů nemoci ve skupině exponované a ve skupině neexponované. Pro obě skupiny počítáme incidenci (tj. riziko vzniku) nemoci. Pro zjištění vztahu mezi sledovaným faktorem a nemocí pak můžeme počítat tzv. rizika coby ukazatele asociace. V kohortových studiích se obvykle počítá:

- **relativní riziko**, které poskytuje informaci o tom, zda existuje vztah mezi faktorem a nemocí a případně jak je tento vztah těsný;
- a některé z **atributivních rizik**, informujících o závažnosti sledovaného faktoru.

Relativní riziko (*relative risk* – RR)

Relativní riziko se počítá jako poměr incidence ve skupině exponované I_e a incidence ve skupině neexponované I_0 :

$$RR = \frac{I_e}{I_0}$$

Výsledné číslo informuje o tom, *kolikrát častěji* onemocní osoby ve skupině exponované než ve skupině neexponované.

- Pokud **je výsledným číslem 1**, znamená to, že obě incidence jsou stejně velké a sledovaný faktor nemění riziko onemocnění, tzn. mezi faktorem a nemocí není vztah.
- Číslo **větší než 1** znamená, že incidence ve skupině exponované je větší než ve skupině neexponované. Sledovaný faktor zvyšuje riziko vzniku onemocnění a za předpokladu kauzálního vztahu by se jednalo o faktor rizikový.
- Číslo **menší než 1** znamená, že incidence ve skupině exponované je menší než ve skupině neexponované. Sledovaný faktor snižuje riziko vzniku onemocnění a za předpokladu kauzálního vztahu by se jednalo o faktor protektivní. V tomto případě je zvykem místo relativního rizika uvádět tzv. **relativní přínos = 1 - RR**.
- Čím je výsledné číslo vzdálenější od 1, tím je vztah mezi faktorem a nemocí těsnější. RR mezi 1 - 1,5 vypovídá o slabé asociaci, RR s hodnotou větší než 3 se již považuje za silnou asociaci, RR nad 10 představuje za velmi silnou asociaci.
- Z relativního rizika nejde odvozovat pravděpodobnost, že konkrétní exponovaná osoba skutečně onemocní. I při velmi vysokém RR může být absolutní riziko nepatrné. Například piloti letadel mají v porovnání s osobami, které létají jen příležitostně, RR zahynutí při leteckém neštěstí řádově snad 1000. Absolutní riziko (pravděpodobnost) takové smrti pro konkrétního pilota je však minimální.
- K posouzení statistické významnosti výsledku se často používají **konfidenční intervaly** (více se o nich psalo v kapitole 8).

Konkrétní postup výpočtu RR závisí na typu dat, která máme k dispozici, resp. jestli RR počítáme z incidencí *risk* nebo z incidencí *rate*.

Výpočet RR z incidencí *risk*

V případě, že v kohortové studii jsou osoby sledovány stejnou dobu (pracujeme s uzavřenou populací), můžeme pro obě skupiny počítat incidencí *risk*. Východiskem pro jejich výpočet je čtyřpolní tabulka (etiologický model osoba – znak – nemoc, viz kapitola 8), do které lze výsledky analytických studií jednoduše zapisovat.

Tabulka 5: Obecná tabulka pro zápis výsledků analytických epidemiologických studií.

	Nemocní	Bez nemoci	Celkem
Exponovaní	a	b	a+b
Neexponovaní	c	d	c+d
Celkem	a+c	b+d	a+b+d+c

- Incidence *risk* ve skupině exponované: $I_e = \frac{a}{a+b}$
- Incidence *risk* ve skupině neexponované: $I_0 = \frac{c}{c+d}$

RR pak vypočítáme jako poměr těchto dvou incidencí *risk*: $RR = (\text{risk ratio}) = \frac{I_e}{I_0}$

Ukázka výpočtu a interpretace RR na příkladu

Ve studii, která se zabývala vztahem mezi obezitou (expozice) a výměnou kolenního kloubu (následek) bylo, sledováno 105 189 osob. Za obézní byli označeni účastníci studie s $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$. Obézních bylo 56 712 osob, ostatních 48 477 mělo nadváhu nebo normální hmotnost. Po dvou a půl letech sledování bylo zjištěno, že k výměně kloubu došlo u 4 753 účastníků s obezitou a u 2 777 účastníků, kteří nebyli obézní. Uvedené výsledky si vložíme do tabulky a provedeme výpočty.

Tabulka 6: Výsledky studie ve čtyřpolní tabulce

	Výměna kloubu	Bez výměny kloubu	Celkem
$BMI > 30 \text{ kg/m}^2$	4 753	51 959	56 712
$BMI \leq 30 \text{ kg/m}^2$	2 777	45 700	48 477
Celkem	7 530	97 659	105 189

- Incidence ve skupině exponované: $I_e = \frac{4\,753}{56\,730} = 0,084$
- Incidence ve skupině neexponované: $I_0 = \frac{2\,777}{48\,477} = 0,057$
- $RR = (\text{risk ratio}) = \frac{I_e}{I_0} = \frac{0,083}{0,057} = 1,47$
- Hodnota RR je větší než 1 a uvádí, že k výměně kolenního kloubu došlo 1,47 x častěji u osob s obezitou než u osob, které nejsou obézní.
- Pro vypočítané RR a hladinu významnosti 5 % bychom zapsali konfidenční interval tímto způsobem: 95% CI (1,22; 1,74). Pro zjištění statistické významnosti výsledku je důležité, jestli interval zahrnuje 1. Pokud ne, jak je tomu v tomto případě, pak můžeme RR označit za statisticky významné.

Výpočet RR z incidencí *rate*

Pokud máme data z longitudinální kohortové studie, která pracuje s otevřenou populací, dává se přednost výpočtu incidence *rate*, která zohledňuje rozdílnou dobu, kterou jednotliví účastníci strávili ve studii. Výpočet a interpretace RR jsou stejné, jako u RR počítaného z incidencí *risk*. Odlišná je pouze výchozí tabulka (viz Tabulka 7) a výpočet incidencí, které se dávají do poměru.

Tabulka 7: Konstrukce tabulky při výpočtu RR z incidencí *rate*

	Nemocní	Osobochas sledování
Exponovaní	a	PT _e
Neexponovaní	b	PT ₀
Celkem	a+b	PT _C

- Incidence *risk* ve skupině exponované: $I_e = \frac{a}{PT_e}$
- Incidence *risk* ve skupině neexponované: $I_0 = \frac{b}{PT_0}$

Z těchto dvou incidencí vypočítáme RR jako poměr dvou incidencí *rate*:

$$RR = \text{rate ratio} = \frac{I_e}{I_0}$$

Ukázka výpočtu a interpretace na příkladu

Ve tříleté kohortové prospektivní studii byl zjišťován vztah mezi očkováním matky na chřipku v době těhotenství a hospitalizací jejího dítěte s chřipkou (či podobnou nemocí). Matky, které se očkovaly, byly sledovány 1809,5 osoboroků, přičemž u nich bylo zaznamenáno 35 hospitalizací dítěte s chřipkou. Ženy neočkované měly 1950,7 osoboroků sledování a došlo u nich k 60 hospitalizacím dětí s chřipkou. Výsledky studie si zapíšeme do tabulky.

Tabulka 8: Výsledky studie zapsané ve čtyřpolní tabulce

	Hospitalizace ANO	Osoboroky
Očkování ANO	35	1 809,5
Očkování NE	60	1 950,7
Celkem	95	3 760,2

Výpočet a interpretace RR jsou následující:

- Incidence ve skupině exponované: $I_e = \frac{35}{1\,809,5} = 0,0193$
- Incidence ve skupině neexponované: $I_0 = \frac{60}{1\,950,7} = 0,0307$
- Výsledné číslo říká, kolikrát více případů za jeden osoborok sledování vzniklo ve skupině exponované než ve skupině neexponované.
- $RR = (\text{risk ratio}) = \frac{I_e}{I_0} = \frac{0,0193}{0,0307} = 0,62$
- Vypočítaná hodnota RR je menší než 1. To znamená, že v případě kauzální závislosti bychom očkování mohli považovat za protektivní faktor. Výskyt chřipky je u dětí, jejichž matky byly očkovány, 0,62 x vyšší než u dětí neočkovaných matek. Nebo lépe, pomocí **relativního přínosu** vyjádříme, že děti očkovaných matek mají o 38 % ($0,38 = 1 - 0,62$) nižší pravděpodobnost, že onemocní chřipkou.

Atributivní rizika

V kohortových studiích můžeme počítat některá z celkem 4 atributivních rizik. Jsou to:

- atributivní riziko (*attributable risk, risk difference*),
- podíl atributivního rizika (*attributable–risk percent, attributable–rate percent, attributable proportion, etiologic fraction, risk difference percent*),
- populační atributivní riziko (*population attributable risk*),

- a podíl populačního atributivního rizika (*population attributable risk percent, population attributable risk fraction*).

Uvedená atributivní rizika jsou založena na zjišťování rozdílu v incidencích nemoci mezi skupinou exponovanou a neexponovanou. Za předpokladu kauzálního vztahu nám tyto ukazatele umožňují:

- odhadnout nadbytečné ztráty (nemoc, úmrtí) v důsledku působení rizikového faktoru.
- učinit si názornou představu o snížení nemocnosti v případě, kdyby se nám podařilo sledovaný faktor eliminovat. Tady se ovšem předpokládá, že eliminací faktoru klesne riziko exponovaných na úroveň rizika u lidí, kteří sledovanému rizikovému faktoru nebyli nikdy vystaveni (příčemž často takové riziko klesá jenom pomalu). Navíc eliminovaný rizikový faktor může být nahrazen jiným (energeticky nadměrná strava kouřením, kouření konzumací alkoholu, konzumace alkoholu užíváním uklidňujících léků atp.). Proto je potřeba sledovat celkovou zdravotní situaci v populaci a nespoléhat se na sledování jednoho ukazatele. Velkou otázkou také zůstává preventabilita sledovaných faktorů a reálná možnost jejich eliminace.
- vyjádřit rozsah studovaného zdravotního problému v populaci za předpokladu, že informace o výskytu expozice i následku byly úplné a správné.

Atributivní riziko (AR) a podíl atributivního rizika (AR%)

Atributivní rizika vypovídají o zdravotních ztrátách, ke kterým dochází působením sledovaného faktoru **ve skupině exponované**. Pro výpočet atributivních rizik je třeba znát hodnoty incidencí ve skupině exponované a neexponované. Vycházíme opět z výsledků studie zapsaných do čtyřpolní tabulky (viz Tabulka 5).

- Incidence *risk* ve skupině exponované: $I_e = \frac{a}{a+b}$
- Incidence *risk* ve skupině neexponované: $I_0 = \frac{c}{c+d}$
- Z těchto dvou incidencí vypočítáme AR jako rozdíl dvou incidencí *risk*:

$$AR = I_e - I_0$$

- Výsledné číslo informuje o tom, **kolik případů nemoci ve skupině exponované** můžeme přičíst na vrub sledovanému faktoru.

- **Pokud je výsledkem rozdílu 0**, znamená to, že obě incidence jsou stejně velké a sledovaný faktor nemění riziko onemocnění, tzn. mezi faktorem a nemocí není vztah.
- Číslo **větší než 0** znamená, že incidence ve skupině exponované je větší než ve skupině neexponované. Sledovaný faktor zvyšuje riziko vzniku onemocnění a za předpokladu kauzálního vztahu by se jednalo o faktor rizikový.
- Číslo **menší než 0** znamená, že incidence ve skupině exponované je menší než ve skupině neexponované. Sledovaný faktor snižuje riziko vzniku onemocnění a za předpokladu kauzálního vztahu by se jednalo o faktor protektivní.
- Pokud hodnota AR je rovna incidenci ve skupině exponované, znamená to, že všechny případy nemoci zaznamenané ve studii se objevily pouze u exponovaných a lze je přičíst vlivu působení sledovaného faktoru.

Lze počítat také **podíl atributivního rizika (AR%)**, kdy již vypočítané AR dělíme incidencí ve skupině exponované:

$$AR\% = (I_e - I_0) : I_e$$

- výsledek se uvádí obvykle v %,
- uvádí, **jaký podíl z těch, kteří onemocněli v exponované skupině, onemocněl v důsledku námi sledovaného rizikového faktoru.**

Ukázka výpočtu a interpretace AR a AR% na příkladu

Výpočet a interpretaci AR a AR% si ukážeme opět na studii sledující vztah mezi obezitou a výměnou kolenního kloubu. Výsledky máme zapsány v tabulce 9:

Tabulka 9: Čtyřpolní tabulka jako východisko pro výpočet AR a AR %

	Výměna kloubu	Bez výměny kloubu	Celkem
BMI > 30 kg/m ²	4 753	51 959	56 712
BMI ≤ 30 kg/m ²	2 777	45 700	48 477
Celkem	7 530	97 659	105 189

Z předchozího výpočtu RR také známe hodnoty incidencí:

- Incidence ve skupině exponované $I_e = 0,083809423$
- Incidence ve skupině neexponované $I_0 = 0,057284898$

$$AR = I_e - I_0 = 0,026524525 \doteq 0,027$$

- Výsledné číslo 0,027 nám říká, že na jednoho člověka ve skupině exponované připadá 0,027 nového případu výměny kloubu v důsledku působení našeho rizikového faktoru. Protože je tato interpretace zjevně velmi krkolomná, je zvykem nízká čísla začínající za desetinnou čárkou násobit mocninou 10 (100, 1000, 10 0000 atd.). Po vynásobení např. 1000 získáme výsledek: **AR = 27 případů na 1000 osob ve skupině exponované**, který interpretujeme tak, že na každých 1000 osob ve skupině exponované připadá 27 nových případů výměny kolenního kloubu, které lze připsat na vrub obezitě.
- Mohli bychom také říci, že nebýt sledovaného faktoru, tj. obezity, došlo by k poklesu potřeby výměn kolenního kloubu, a to o 27 výměn kloubu na každých 1000 obézních.
- Kdybychom chtěli vědět, jaký konkrétní počet lidí v exponované skupině v naší studii muselo podstoupit výměnu kloubu v důsledku obezity, zjistíme to trojčlenkou. Když na každých 1000 lidí vychází 27 výměn kloubu, pak na 56 712 exponovaných je to asi 1504 případů.

$$AR\% = (I_e - I_0) : I_e = AR : I_e = 0,026524525 : 0,083809423 = 0,31648619 \doteq 31,6 \%$$

- Výsledná hodnota nám říká, že z **4 753 výměn kolenního kloubu provedených ve skupině exponované jich 31,6 % lze přičíst obezitě**. Uvedené procento lze chápat jako pravděpodobnost, a proto se dá říci, že exponovaní, kteří podstoupili výměnu kloubu, ji s pravděpodobností 31,6 % museli podstoupit právě v důsledku obezity. Nebo z jiného úhlu pohledu můžeme uvést, že 31,6 % výměn kloubu ve skupině obézních bylo preventabilních.
- Když si spočítáme, kolik je 31,6 % z 4 753 (tj. $0,31648619 \times 4753$), zjistíme, že jde samozřejmě stále o těch stejných 1504 případů, o nichž nás informovalo AR.

Populační atributivní riziko (PAR) a podíl populačního atributivního rizika (PAR%)

Populační atributivní rizika vypovídají o zdravotních ztrátách, ke kterým dochází působením sledovaného faktoru **v celém sledovaném souboru** (exponovaní a neexponovaní dohromady). Pro výpočet populačních atributivních rizik je třeba znát hodnoty incidence celkové a incidence ve skupině neexponované. Pokud je celý sledovaný soubor reprezentativním vzorkem cílové populace, můžeme I_0 vypočítat z výsledků studie a výslednou hodnotu PAR použít pro odhad o zdravotních ztrát způsobených sledovanou expozicí v celé cílové populaci.

Vyjdeme-li opět z tabulky 6, pak:

- Incidence *risk* v celém souboru: $I_C = \frac{a+c}{a+b+c+d}$

- Incidence *risk* ve skupině neexponované: $I_0 = \frac{c}{c+d}$

- Z těchto dvou incidencí vypočítáme PAR jako rozdíl dvou incidencí *risk*:

$$PAR = I_c - I_0$$

- Výsledné číslo informuje o tom, **kolik případů nemoci v celém souboru** můžeme přičíst na vrub sledovanému faktoru.

Lze počítat také **podíl populačního atributivního rizika (PAR%)**, kdy již vypočítané PAR dělíme incidencí ve skupině exponované:

$$PAR\% = (I_c - I_0) : I_c$$

- výsledek se uvádí v %,
- říká nám, **jaký podíl z těch, kteří onemocněli v celém souboru, onemocněl v důsledku námi sledovaného rizikového faktoru.**

Ukázka výpočtu a interpretace PAR a PAR% na příkladu

Znovu se vraťme ke studii na o obezitě a jejího vlivu na výměnu kolenního kloubu. Výsledky máme zapsány v tabulce:

Tabulka 10: Čtyřpolní tabulka jako východisko pro výpočet PAR a PAR %

	Výměna kloubu	Bez výměny kloubu	Celkem
BMI > 30 kg/m ²	4 753	51 959	56 712
BMI ≤ 30 kg/m ²	2 777	45 700	48 477
Celkem	7 530	97 659	105 189

Z předchozích výpočtů známe hodnotu I_0 , hodnotu I_c si musíme dopočítat.

- Incidence ve skupině neexponované: $I_0 = 0,057284898$
- Incidence v celém souboru: $I_c = \frac{7\,530}{105\,189} = 0,0715854319$

$$PAR = I_c - I_0 = 0,0715854319 - 0,057284898 = 0,0143005339 \doteq 0,014$$

- Výsledné číslo 0,014 nám říká, že na jednoho člověka v celém souboru připadá 0,014 nového případu výměny kloubu, ke kterému došlo v důsledku působení našeho rizikového faktoru. Po vynásobení 1000 získáme výsledek: **PAR = 14 případů na 1000 osob ve**

sledovaném souboru. Na každých 1000 osob v celém souboru tedy připadá 14 nových případů výměny kolenního kloubu, které lze přičíst na vrub obezitě.

- Kdybychom chtěli vědět, jaký konkrétní počet lidí v naší studii muselo podstoupit výměnu kloubu v důsledku obezity, zjistíme to zase trojčlenkou. Když na každých 1000 lidí vychází 14 výměn kloubu, pak na 105 189 je to přibližně 1504 případů. Jde stále o těch 1504 případů, o nichž nás informovalo již AR. Tentokrát zjišťovanou zdravotní ztrátu počítáme pouze z jiného základu.
- Pokud je sledovaný soubor náhodným (tj. reprezentativním) výběrem z cílové populace, můžeme PAR vypočítat jakou součin atributivního rizika (AR) a skutečné prevalence

$$\text{expozice v souboru (P}_e\text{): PAR = AR \times P}_e = 0,026524525 \times \frac{56\,712}{105\,189} = 0,014$$

$$\text{PAR\% = (I}_c\text{ - I}_0\text{): I}_c = \text{PAR: I}_c = 0,0143005339: 0,0715854319 = 0,199768773 \doteq 20 \%$$

- Výsledná hodnota nám říká, že **ze 7 530 výměn kolenního kloubu provedených v celém souboru jich 20 % lze připsat na vrub obezitě.**
- Když si spočítáme, kolik je 20 % z 7530 (tj. $0,199768773 \times 7530$), zjistíme, že jde samozřejmě stále o těch stejných 1504 případů, o nichž nás již informovala všechna předchozí atributivní rizika. Počet případů výměn kloubů, které musely být provedeny jako důsledek obezity pacienta se nemění, vyjadřují se pouze pokaždé trochu jiným způsobem.

Vyhodnocení studií případů a kontrol

Protože ve studii případů a kontrol nezjišťujeme incidenci nemoci, ale prevalenci expozice (tj. rizikového či protektivního faktoru), nemůžeme ji vyhodnotit pomocí RR. Místo něj počítáme *odds ratio* (OR). I výsledky studie případů a kontrol můžeme zaznamenat do čtyřpolní tabulky:

Tabulka 11: Konstrukce tabulky jako východiska pro výpočet OR

	Nemocní	Bez nemoci	Celkem
Exponovaní	a	b	a+b
Neexponovaní	c	d	c+d
Celkem	a+c	b+d	a+b+d+c

Výpočet a interpretace OR

Ukazatel OR je poměrem dvou poměrů šancí:

$$OR = \frac{ODDS_p}{ODDS_k}$$

- V čitateli je uveden $ODDS_p$, tj. poměr šancí u případů být a nebýt exponován, ve jmenovateli je uveden $ODDS_k$, tedy poměr šancí u kontrol být a nebýt exponován.
- $ODDS_p$ vypočítáme jako poměr dvou klasických pravděpodobností. V čitateli bude pravděpodobnost případu mít expozici, ve jmenovateli bude pravděpodobnost případu nemít expozici.

- $ODDS_p = \frac{a/(a+c)}{c/(a+c)} = \frac{a}{c}$

- Analogicky vypočítáme hodnotu $ODDS_k$.

- $ODDS_k = \frac{b/(b+d)}{d/(b+d)} = \frac{b}{d}$

- Vypočítané hodnoty dosadíme do vzorečku pro výpočet OR.

- $OR = \frac{ODDS_p}{ODDS_k} = \frac{a/c}{b/d} = \frac{a \times d}{b \times c}$

OR má v češtině označení „**křížový poměr**“. Když se dobře podíváme do tabulky, lze jeho hodnotu zjistit tak, že do kříže vynásobíme hodnoty uvedené v jednotlivých políčkách naší čtyřpolní tabulky:

$$\frac{a \times d}{b \times c}$$

- OR uvádí, **kolikrát častěji se expozice vyskytuje ve skupině nemocných (případů) než ve skupině kontrolní**.
- Pokud jsou splněny určité podmínky, zejm. pokud je *nízký výskyt nemoci v neexponované skupině (< 10 %)*, pak je OR chápáno jako odhad RR a také je jako RR interpretováno. Znamená to, že hodnota OR pak uvádí, **kolikrát častěji se nemoc vyskytuje ve skupině exponované než ve skupině neexponované**. Pokud je ovšem výskyt nemoci ve skupině bez expozice vyšší než 10 %, toto „překlopení“ interpretace neplatí (teoretické rozložení hodnot OR a RR se pak velmi liší, tzn. OR není dobrým odhadem RR).

V případě, že OR je dobrým odhadem RR, lze i ve studiích případů a kontrol odhadovat také hodnoty AR% a PAR%. Oba ukazatele lze totiž kromě výše uvedených postupů vypočítat také

z hodnoty RR. Pokud do příslušných vzorečků místo RR dosadíme jeho odhad, tedy OR, můžeme rovněž odhadovat hodnoty podílů atributivních rizik.

$$AR\% = \frac{RR-1}{RR} \times 100 \qquad PAR\% = \frac{Pe (RR-1)}{1+Pe (RR-1)} \times 100$$

Ukázka výpočtu a interpretace OR na příkladu

V retrospektivní studii případů a kontrol byla zjišťována souvislost mezi narozením dítěte s vrozenou vadou (VV) končetin a tím, jestli matka v prvním trimestru těhotenství užívala antiepileptika. Ve studii máme soubor 323 dětí s VV končetin a 1615 dětí bez této VV. Zpětně bylo zjištěno, že v souboru dětí s VV bylo 6 matek, které užívaly antiepileptika a v souboru dětí bez VV jich bylo rovněž 6. Opět při výpočtu vycházíme ze čtyřpolní tabulky.

Tabulka 12: Výsledky studie ve čtyřpolní tabulce – východisko pro výpočet OR

	VV končetin u dítěte ANO	VV končetin u dítěte NE	Celkem
Užívání antiepileptik	6	6	12
Neužívání antiepileptik	317	1609	1926
Celkem	323	1615	1938

- $OR = \frac{6 \times 1609}{6 \times 317} = 5,1$
- OR nám říká, že ve skupině dětí s VV je 5,1 x větší výskyt matek, které užívaly antiepileptika, než u dětí bez VV.
- Pokud by výskyt VV v neexponované skupině byl menší než 10 %, což v tomto případě ovšem neplatí (nejde o náhodný výběr z cílové populace), pak bychom mohli říci, že ženám, které užívaly antiepileptika v těhotenství, se 5,1 x častěji narodily děti s VV, než ženám, které je neužívaly.
- V případě, že by OR mělo hodnotu menší než 1, lze jako u RR počítat *relativní přínos* odečtením hodnoty OR od 1 a vyjádřením rozdílu v procentech. Procentuální údaj by v tomto příkladu vyjadřoval, o kolik procent by měli děti s VV nižší pravděpodobnost mít matku užívající aniepileptika než děti bez VV.

Úkoly na doplnění a procvičení tématu vyhodnocení epidemiologických studií

1. Byla proveden klinický randomizovaný experiment za účelem otestování nového antibiotika A pro léčbu vážné infekce. Pacienti s touto infekcí byli na počátku studie náhodně rozděleni na skupinu experimentální, která dostávala nová antibiotika A, a na skupinu kontrolní, léčenou dosud používanými antibiotiky B. Sledovalo se, u kolika pacientů došlo k selhání léčby antibiotiky. Vypočítejte RR, AR a AR% a výsledky interpretujte.

Výsledky experimentu

	Selhání léčby ANO	Selhání léčby NE
Pacienti léčeni ATB A	36	64
Pacienti léčeni ATB B	60	40

2. Ve studii případů a kontrol byla sledována souvislost mezi užíváním orální antikoncepce a nefatálním infarktem myokardu u 3276 žen ve věku 20-49 let. Ze 156 žen, které byly hospitalizovány s infarktem, jich 23 aktuálně užívalo antikoncepci. Mezi 3120 ženami v kontrolní skupině (hospitalizované bez infarktu), bylo 304 žen užívajících antikoncepci. Sestavte čtyřpolní tabulku a vypočítejte vhodný ukazatel asociace. Výsledek interpretujte.

Použité zdroje:

Bencko V, Hrach K, Malý M, et al. *Statistické metody v epidemiologii. Svazek 1.* Karolinum; 2003.

Göpfertová D, Hladíková M, Šejda J, Hroboň P. *Epidemiologie: průvodce epidemiologickou metodou.* Triton; 1999.

Holčík J, Koupilová I, Gerylovová A. Riziko, jeho míry a interpretace: Atributivní riziko a další míry rizika. *Kardiologická revue.* 2002, 4 (2): 77-79.

Holčík J, Koupilová I, Gerylovová A. Riziko, jeho míry a interpretace: Pojem rizika a relativní riziko. *Kardiologická revue.* 2001, 3(2): 75-78.

Holčík J, Žáček A, Koupilová I. *Sociální lékařství.* 3rd ed. Masarykova univerzita; 2011.

Mohammed H, Roberts CT, Grzeskowiak LE, Giles LC, Dekker GA, Marshall HS. Safety and protective effects of maternal influenza vaccination on pregnancy and birth outcomes: A prospective cohort study. *EClinicalMedicine.* 2020;26(100522):100522. doi:10.1016/j.eclinm.2020.100522

Syvänen J, Nietosvaara Y, Hurme S, et al. Maternal *risk* factors for congenital limb deficiencies: A population-based case–control study. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2021;35(4):450-458. doi:10.1111/ppe.12740