

Prevence vzniku ventilátorové pneumonie – souhrn aktuálních doporučení

Zoubková R.^{1,2}, Świątkowska M.^{1,2}, Glac T.¹, Madziová S.¹, Haltofová A.¹, Rusková K.¹, Nytra I.^{1,2}, Pospíšilová J.^{1,2}, Kučerová Z.^{1,2}, Ševčík P.^{1,2}

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Ostrava

²Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

Ventilátorová pneumonie je jednou z nejčastějších nozokomiálních infekcí na jednotkách intenzivní péče. Celkově se vyskytuje u 1 ze 100 pacientů v intenzivní péči a až u 1 z 10 pacientů na invazivní umělé plicní ventilaci. Frekvence výskytu infekce je ovlivnitelná zavedením účinných preventivních opatření do klinické praxe na základě edukace ošetřujícího personálu. Jedná se o zpravidla jednoduchá opatření, jakými jsou např. uložení pacienta do semirekumbentní polohy, péče o dutinu ústní, kontrola tlaku v obturačním balonku nebo odsávání sekretu ze subglotického prostoru. Cílem textu je poskytnout aktuální doporučení týkající se preventivních opatření pro zabránění vzniku ventilátorové pneumonie a optimalizovat jejich zavádění do klinické praxe.

Klíčová slova: ventilátorová pneumonie, preventivní opatření, edukace.

Preventive procedures for ventilator-associated pneumonia – current recommendations

Ventilator-associated pneumonia is one of the most common nosocomial infections in intensive care units. Overall, it affects approximately one in 100 patients in intensive care and up to 1 in 10 patients with mechanical ventilation. Influenceable sources of infection include effective preventive measures implemented in clinical practice based on the education of nurses. These are usually simple measures such as using a semirecumbent position, taking care of oral hygiene, checking the pressure in the obturation balloon, or suctioning secretions in the subglottic space. The aim of the text is to provide current recommendations regarding preventive measures to prevent ventilator-associated pneumonia and optimize their implementation in clinical practice.

Key words: ventilator-associated pneumonia, preventive measures, education.

Úvod

Ventilátorová pneumonie (VAP, ventilator-associated pneumonia) prodlužuje trvání umělé plicní ventilace (UPV), dobu hospitalizace, a také zvyšuje celkové náklady na léčbu pacientů [1]. Postihuje přibližně 1 z 10 pacientů s umělou plicní ventilací [2, 3]. Z důvodu velkého dopadu na ekonomické zatížení nemocnice a na stonání nemocných je nanejvýš žádoucí provádět u rizikových pacientů nákladově efektivní zásahy, které by vedly k minimalizaci rozvoje této komplikace [4]. Jednou z jednoduchých a nenákladných metod je vzdělávání v oblasti prevence ventilátorové pneumonie, které má prokazatelný přímý vliv na snižování výskytu nozokomiálních infekcí [5]. Vzdělávání a vzdělávací programy pro zdravotníky, kteří se přímo podílejí na poskytování zdravotní péče pacientům na umělé plicní ventilaci, mohou být spojeny se snížením výskytu VAP až o 50 % [6].

Definice

Přesná definice VAP je stále předmětem odborné diskuze kvůli nedostatku kritérií jednoznačně schopných odlišit ji od jiných plicních stavů u kriticky nemocných pacientů. Každý z nálezů VAP je nespecifický a může být podobný jiným plicním onemocněním [7]. Obecně lze VAP označit jako nozokomiální nákazu plic, která vzniká u ventilovaných nemocných [8]. Infectious Diseases Society of America a American Thoracic Society definují pneumonii jako přítomnost nového plicního infiltrátu infekčního původu s klinickými známkami, který vznikl za více než 48–72 hodin od tracheální intubace. Posouzení je založeno na zhodnocení klinických kritérií nového nebo progredujícího infiltrátu na rentgenovém snímku plic a splnění alespoň dvou z následujících podmínek: teplota nad 38 °C nebo pod 36 °C, leukocytóza nad 12×10⁹/l či leukopenie pod 4×10⁹/l a purulentní tracheobronchiální sekrece.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORKY:

PhDr. Renáta Zoubková, Ph.D., renata.zoubkova@fno.cz

Článek přijat redakcí: 24. 1. 2025; Článek přijat k tisku: 11. 6. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(2):110-119

Klinicky se projevuje vzestupem horečky, expektorací hnisavého sputa, leukocytózou a poklesem saturace krve kyslíkem.

Vzhledem k možnosti variabilního přístupu k diagnostice VAP vydalo European Centre for Disease Prevention and Control nové doporučení pro definice případů, které jsou spojené s ventilací (VAE, ventilator-associated events). VAE zahrnuje stavy spojené s UPV (VAC, ventilator-associated conditions), infekční komplikace spojené s UPV (IVAC, infection related ventilator-associated complications) a pravděpodobný výskyt VAP (PVAP, possible ventilator-associated pneumonia) [9]. VAE–VAC jsou charakterizovány zvýšením pozitivního tlaku na konci výdechu (PEEP) o více než 3 cm H₂O trvající déle než 2 kalendářní dny, nebo zvýšením frakce kyslíku o více než 20 % po dobu déle než 2 dnů po sobě jdoucích. VAE–IVAC jsou charakterizovány jako VAP s příznaky infekce, jakými jsou abnormální tělesná teplota (méně než 36° nebo více než 38 °C), leukocytóza, leukocytopenie (méně než 4×10⁹/l nebo více než 12×10⁹/l), při současné léčbě jedním či několika novými antibiotiky po dobu déle než 4 dny, které začaly 2 dny před nebo 2 dny po začátku VAC. VAE–PVAP je definován jako IVAC s infekcí, která je lokalizována v plicích. Je charakterizována přítomností pozitivní kultivace potenciálně patogenních organismů ze sputa, pozitivní kultivace z pleurální tekutiny, pozitivní kultivace respiračních virů nebo legionely, případně sugestivní histopatologie souběžná s IVAC [10]. Příznaky pneumonie mají vysokou senzitivitu, ale nízkou specifitu. U kriticky nemocných pacientů existuje množství důvodů ke vzniku nových infiltrací na rentgenovém snímku, k zvýšení teploty nebo k zvýšení počtu leukocytů v krvi. Neuvážené zhodnocení příznaků vede k nežádoucí antibiotické léčbě s rizikem vzniku nových rezistencí. O něco specifitější je výpočet skóre beroucího do úvahy klinické, mikrobiologické a radiologické parametry Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS). VAP je definována jako pneumonie vyskytující se po 48 hodinách od tracheální intubace. Nicméně je uznáváno, že nejde o zlatý standard pro diagnostiku VAP [11].

Etiologie časná a pozdní VAP

Původcem vzniku VAP jsou potenciálně patogenní mikroorganismy, které se dělí na dvě skupiny.

Patogeny I. skupiny

Patogeny této skupiny jsou přítomny v dýchacích cestách již v době napojení na umělou plicní ventilaci (UPV). Nacházejí se buď přímo v dolních cestách dýchacích nebo v horních cestách dýchacích. Z horních cest dýchacích se pak po pomnožení v subglotickém prostoru dostanou mikroaspirací do dolních dýchacích cest. Tyto patogeny jsou zodpovědné zejména za rozvoj tzv. časně VAP (vzniklé do 4. dne včetně od zahájení UPV). Vzniku této infekce nelze zabránit bariérovými opatřeními, jde o primárně endogenní infekci. Nefungují zde ani opatření zaměřená na zamezení kolonizace žaludku, k té totiž u tohoto typu infekce nedochází. Mezi typické původce patří např. *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Enterobacteriaceae*, *Candida albicans* [8, 12].

Patogeny II. skupiny

Patogeny II. skupiny se v dýchacích cestách v době zahájení UPV nevyskytují. Jsou zodpovědné za rozvoj především tzv. **pozdní VAP**

(vzniklé po 5. dni včetně od zahájení UPV). Tyto patogeny pocházejí z distálních částí gastrointestinálního traktu nebo jsou přeneseny na pacienta z jiného zdroje. Při vzniku těchto infekcí se mohou kromě tzv. mikroaspirace uplatnit i jiné cesty průniku patogenů do dýchacích cest [8]. Tato infekce bývá způsobena především gram-negativními bakteriemi a je spojována s větší morbiditou a mortalitou [13]. Patří zde např. *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp.*, *Enterobacter spp.*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *methicilin rezistentní Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* [8, 12].

Data o epidemiologii ve středoevropském regionu jako první shrnula studie českých autorů. Nejčastějšími původci byli *Pseudomonas aeruginosa* a *Klebsiella pneumoniae*. Byla prokázána vyšší 30denní mortalita u VAP s pozdním nástupem a u pacientů, kteří nedostali adekvátní antibiotickou terapii [14].

Patogeneze a rizikové faktory

Prvním krokem v patogenezi VAP je bakteriální kolonizace orofaryngu a žaludku, s následnou translokací patogenů do dolních cest dýchacích [1]. VAP není z hlediska patogeneze nejvýstižnější pojmenování, jelikož její výskyt nesouvisí s ventilátorem jako takovým, ale s přítomností tracheální rourky (TR) [12].

Přítomnost TR je označována za hlavní rizikový faktor pro vznik VAP. Způsobuje snížení přirozených obranných mechanismů, jako jsou kašlací reflex a mukociliární clearance, která klesá již dvě hodiny po intubaci na méně než polovinu. TR umožňuje přímou komunikaci mezi ústním (supraglotickým) prostorem a dolními cestami dýchacími [7]. V důsledku nedokonalého utěsnění balonku TR dochází k chronické mikroaspiraci orofaryngeálních sekretů shromážděných nad manžetou kanyl (zejména obsahu z orofaryngu, čelních dutin a gastrointestinálního traktu), které se vyskytují u 88–100 % intubovaných pacientů a představují spolu s tvorbou **biofilmu** dva nejdůležitější mechanismy ve vývoji VAP. Tyto sekrety se hromadí v subglotickém prostoru, a proto nemohou být účinně odstraněny odsáváním z dutiny ústní. Objemová kapacita tohoto prostoru je přibližně 10 ml. Byla však zaznamenána akumulace velkých sekrečních objemů téměř 100–150 ml/den [12, 13]. Vznik mikroaspirace mimo jiné podporuje poloha vleže na zádech a přítomnost nasogastrické sondy. [1]. K mikroaspiracím také může docházet během ztráty PEEP při rozpojení okruhu ventilátoru a při vyvolání podtlaku způsobeného rutinním odsáváním z dýchacích cest [13]. Bakteriální kolonizace vede k tvorbě biofilmu na vnitřní straně TR. Biofilm je agregátem mikroorganismů, jejichž živnou půdu tvoří polysacharidy, proteiny a DNA. Bakterie lehce přilnou k povrchu kanyly, kde se následně množí. To vše se vyvíjí velmi rychle během několika hodin po tracheální intubaci [7]. **Rizikové faktory** (Tab. 1) mohou být *spojeny s pacientem*, mohou souviset se samotnou *hospitalizací v nemocnici* a mezi poslední skupinu rizikových faktorů můžeme zařadit faktory, které jsou spojené s *farmakologickou léčbou pacienta* [6, 15, 16, 17].

Z hlediska patogeneze lze VAP dělit na infekce tří skupin:

- a) **primárně endogenní:** Infekce jsou vyvolány potenciálně patogenními mikroorganismy, které se v mikroflóře horních dýchacích cest vyskytují běžně a byly zde přítomny již v době endotracheální intubace.

Tab. 1. Přehled rizikových faktorů pro vznik VAP

Faktory spojené s pacientem	Faktory spojené s hospitalizací	Faktory spojené s farmakologickou léčbou
- kolonizace orofaryngu a žaludku - vyšší věk - mužské pohlaví - kouření - podvýživa - porucha vědomí - bezvědomí - pooperační stav - posttraumatický stav - respirační selhání - septikémie - trauma - orgánové selhání - vliv základního onemocnění a jeho vážnost - chronická nebo již existující plicní onemocnění - imunosupresivní onemocnění - zánět vedlejších nosních dutin	- endotracheální intubace - urgentní intubace - reintubace - bronchoskopie - uměla plicní ventilace - přítomnosti nasogastrické sondy - časté výměny okruhu ventilátoru - aspirace žaludečního obsahu - časté rezistence na antibiotika na oddělení - dlouhodobý pobyt na JIP - vícecentné centrální žilní linky - poloha vleže na zádech - transport pacienta mimo oddělení	- užívání antibiotik v posledních 90 dnech - sedativa, opioidní analgetika - antacida - antagonisté H₂-receptorů - imunosupresivní léky (kortikosteroidy) - neuromuskulární blokátory - inhibitory protonové pumpy - transfúze červených krvinek - profylaxe stresového vředu

- b) **sekundárně endogenní:** Před vznikem těchto infekcí je kolonizován gastrointestinální trakt potenciálně patogenními mikroorganismy a druhotně pak oblast dýchacích cest, může se z epidemiologického hlediska jednat o infekce endogenní i exogenní.
- c) **exogenní:** Vzniká zavlečením potenciálně patogenních organismů od jiného zdroje přímo do dolních dýchacích cest [8]. Exogenními zdroji jsou většinou aerosoly ze znečištěného vzduchu, zdravotnické pomůcky (zvlhčovače vzduchu, ventilační okruh, katétr bronchoskopu), zdravotnický personál a jiní pacienti [6].

Doporučené postupy v prevenci VAP

V oblasti prevence VAP existuje mnoho doporučených postupů, které vydávají odborné společnosti na celém světě. V České republice není jednotné doporučení pro prevenci VAP k dispozici. Většina pracovišť vychází z doporučení evropských a amerických společností. Jedním z posledních je strategie pro prevenci VAP vydaná v roce 2022 (Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update) vydaná The Society for Healthcare Epidemiology of America. Ta definuje základní postupy, dále postupy, které lze zvážit, případně zpracovat do formy doporučeného postupu, a nedoporučené postupy [18].

Prevence pneumonie ventilovaných nemocných

Pochopení patogenese VAP je prvním krokem při vytváření preventivních a léčebných strategií [1]. Preventivní strategie zahrnují farmakologická a nefarmakologická opatření, která se zaměřují především na možnosti ovlivnění rizikových faktorů [6].

Péče o dutinu ústní

Péče o dutinu ústní (DÚ) patří k základním úkonům ošetrovatelské péče u pacienta nejen v intenzivní péči. V rámci prevence VAP tato intervence nabírá na důležitosti, jelikož v dutině ústní dochází ke kolonizaci orofaryngu bakteriemi, které se posléze mohou dostat do dolních dýchacích cest a způsobit rozvoj VAP [19]. Komplexní péče o DÚ může významně ovlivnit výskyt VAP, a s tím související náklady [19]. Péče by v tomto případě měla zahrnovat odsávání sekretů z orofaryngu, čištění orálních

Tab. 2. Kvalita důkazů jednotlivých doporučených postupů

Intervence	Kvalita důkazů
Vzdělávání a školení v managementu péče o dýchací cesty	střední
Přísná hygiena rukou při péči o dýchací cesty	střední
Semirekumbentní poloha, vyhýbání se polohy vleže	střední
Podpora postupů a protokolů zkracujících dobu UPV	střední
Časná rehabilitace, mobilizace a zlepšení fyzické kondice	střední
ETK potažené stříbrem u vybraných pacientů	střední
Denní hodnocení potřeby sedace	střední
Denní hodnocení připravenosti k extubaci, odpojování	vysoká
Denní vysazování sedace (test spontánního probouzení)	vysoká
Pokud je to možné, použití NIV	vysoká
Propojení testů spontánní ventilace s testy spontánního probouzení	vysoká

tkání a dásní s použitím roztoku k hygieně DÚ nejlépe každé 4 hodiny a dle potřeby pacienta. Současně 2x denně provádět odstranění zubního plaku s použitím zubního kartáčku s antiseptickým činidlem a pomocí hydratačních látek podporovat slizniční integritu. Takeyasu a kolektiv se zabývali významem udržení slizniční celistvosti a ochranou před invazí bakteriemi spolu s tvorbou biofilmu na manžetě TR [20]. V rámci randomizované kontrolované studie prokázali efekt použití perorálního vlhkého gelu s přísadou peroxidu vodíku na snížení osídlení bakteriemi a tvorbu biofilmu na manžetě TR také další autoři [21]. Zhao a spolupracovníci v systematickém přehledu a metaanalýze udávají, že ústní péče s použitím zubního kartáčku signifikantně nesnižuje výskyt VAP a významně nemění klinické výsledky u pacientů na UPV, ale že použití zubního kartáčku je vhodné hlavně pro redukci kolonizace zubního plaku [22]. Mechanické čištění DÚ je v rámci prevence VAP doporučováno v několika přehledech a doporučeních. Použití gelů je s ohledem na snížení rizika mikroaspirace bezpečnější [5, 23, 24, 25]. V posledních letech byla diskutována bezpečnost a účinnost chlorhexidinu v prevenci VAP. Je sledovaná tolerance koncentrovaného roztoku, citlivost patogenů, a případné zvýšení rizika smrti u pacientů s lehčím onemocněním. Alternativní použití antiseptických roztoků postrádá silné důkazy podporující jejich účinnost pro prevenci VAP [26]. Přínos chlorhexidinu nebyl potvrzen ve studii, která sledovala výskyt infekčních komplikací v souvislosti s jeho používáním při péči o dutinu ústní [27].

Na základě nových výzkumů je tedy **doporučováno v řadě přehledů a doporučení provádět pravidelnou péči o dutinu ústní s důrazem na čištění zubů, hygienu dutiny ústní provádět v poloosedu minimálně 2x denně, s optimálním tlakem v obturační manžetě (30 cm H₂O), včetně zhodnocení stavu dutiny ústní s využitím některého z hodnotících nástrojů pro zhodnocení sliznice dutiny ústní [24, 25, 26, 27].** Ústní sliznice a rty by měly být udržovány vlhké, čisté a neporušené

Tab. 3. Shrnutí doporučených preventivních aktivit

Péče o dutinu ústní
- použití antiseptického roztoku je doporučováno každé 4 hodiny, před zahájením péče o DÚ je vhodné zkontrolovat tlak v obturační manžetě (udržovat 25–30 cm H₂O) (S) - použití měkkého zubního kartáčku je vhodné hlavně pro redukci kolonizace zubního plaku, tato péče o zuby, dásně a jazyk by měla být provedena alespoň 2x denně (N) - použití hydratačních látek a vlhkých gelů pro podporu slizniční integrity a ochranu před invazí bakteriemi spolu s tvorbou biofilmu na manžetě ER - použití ústní vody s 3% roztokem peroxidu vodíku při hygieně DÚ je v prevenci VAP účinnější než 0,9% fyziologický roztok
Odsávání sekretů ze subglotického prostoru
- k odsávání sekretů ze subglotického prostoru slouží speciální ETK, které umožňují odsávání sekretů hromaděného nad obturační manžetou, doporučováno je využití těchto speciálních kanyl zejména u pacientů vyžadující UPV delší než 48–72 hod (V) - není jednoznačně preferována kontinuální nebo intermitentní způsob odsávání sekretů - v rámci intermitentního odsávání je vhodné sekrety odsávat minimálně 1x/hod
Měření tlaku v obturační manžetě endotracheální kanylí
tlak v obturační manžetě udržovat v rozmezí 25–30 cmH₂O s minimálně denní kontrolou, nejlépe co 8 hodin vždy před aplikací antiseptického roztoku do dutiny ústní (S)
Semirekumbentní poloha
- zdvihnout hlavu lůžka do polohy 20–45°, pokud možno nejlépe ≥ 30°, pokud tato poloha nepředstavuje pro pacienta žádné riziko, neexistují kontraindikace, není v rozporu s jinými ošetrovatelskými úkony, lékařskými intervencemi a výrazně neomezuje komfort pacienta (S) - doporučeno vyhýbání se poloze pacienta vleže na zádech (0°) - udržování této polohy je nutné hlavně u pacientů s enterální výživou - vhodné je také použít zařízení na sledování úhlu zvýšené polohy hlavy
Endotracheální kanyla
použití ETK s ultratenkou polyuretanovou těsnicí manžetou či s potažením stříbrem není rutinně doporučováno (N)
Péče o okruh ventilátoru
- výměna okruhu ventilátoru by měla proběhnout jen v případě poškození či znečištění a u každého nového pacienta - odstraňování kondenzátu, který se v okruhu tvoří a mohl by například při změně polohy pacienta zatéct do dýchacích cest - co nejvíce minimalizovat rozpojování dýchacího okruhu a minimalizovat tak pokles tlaku v dýchacích cestách - pomůcky k ventilátoru určené k opakovanému použití by měly být po použití sterilizovány, dezinfikovány, popřípadě oplachovány sterilní vodou
Způsob zvlhčování vzduchu v dýchacích cestách
použití vyhřívaných zvlhčovačů dýchacích cest (HH) nebo výměníků tepla a vlhkosti (HME): žádná z technik není s výhodou doporučována
Odsávání sekretů z dýchacích cest
- neexistuje rozdíl v použití uzavřeného nebo otevřeného systému odsávání na výskyt VAP - při použití otevřené techniky odsávání je nutné zajistit striktní aseptické podmínky, používat k odsávání sterilní rukavice a sterilní odsávací katétry - důležitou roli v prevenci VAP hraje také vzdělávání pracovníků v této oblasti (S) - frekvence odsávání by neměla být rutinní vzhledem k poklesu tlaku v dýchacích cestách během odsávání - jeden cyklus odsávání z dýchacích cest by měl trvat co nejkratší dobu s nejnižší možnou silou sání

[18]. Náhrada chlorhexidinu je v současnosti předmětem intenzivního klinického výzkumu.

Odsávání sekretů ze subglotického prostoru

Odsávání sekretů ze subglotického prostoru (SSD, Subglottic Secretion Drainage) snižuje množství nahromaděných sekretů nad obturační manžetou ETK. Menší množství sekretů se pak přes mikrozahyby

Intubace, reintubace
- přednost orotracheální před nasotracheální intubací - maximálními možnými opatřeními se vyhýbat reintubaci (použitím HFNO, NIV, zabráněním náhodné extubaci, zlepšením plánování doby extubace apod.)
Sedace, odvykání od ventilátoru, extubace, NIV
- použití protokolu odvykání od ventilátoru nejlépe spolu s protokolem titrace sedativních režimů dle potřeb pacienta (S) - denní hodnocení připravenosti pacienta k odpojování od ventilátoru (testy spontánní ventilace) a denní hodnocení připravenosti pacienta k extubaci (V) - testy spontánní ventilace by měly být spojené s testy spontánního probouzení (V) - denní hodnocení potřeby sedace pacienta (S) - denní vysazení sedace, tzv. „prázdniny od sedace“ neboli test spontánního probouzení (V) - používat protokoly sedace a odvykání od ventilátorů vedené sestrou - pokud je to možné a dovoluje to klinický stav pacienta, je s výhodou použití NIV (V) - NIV je doporučována i při časném odpojování od ventilátoru
Fyzioterapie hrudníku
zvážit manuální hyperinflaci, zvážit aplikaci 1 ml fyziologického roztoku a vibraci hrudníku před tracheálním odsáváním
Polohování pacienta, kinetická terapie, transport
- časná rehabilitace, mobilizace a zlepšení fyzické kondice pacienta (S) - zvážit použití lůžka umožňující kinetickou terapii a provádění laterálních náklonů (S) - omezit transport pacienta mimo oddělení na minimum - před transportem by měla být pozastavena enterální výživa
Enterální výživa, probiotika
- optimální rychlost a objem podávané výživy, která brání žaludeční distenzi a aspiraci žaludečního obsahu do dolních dýchacích cest - při podávání enterální výživy udržovat polohu trupu a hlavy ve zvýšené poloze - podávání enterální výživy postpyloricky zejména u pacientů, kteří netolerují podávání stravy do žaludku a u pacientů s vysokými požadavky na výživu - vhodnost monitorace zbytkového žaludečního obsahu a kontrola polohy žaludeční sondy
Profylaxe stresového vředu a hluboké žilní trombózy
- zvážit profylaxi stresového vředu, není doporučeno používat rutinně - Selektivní orofaryngeální dekontaminace a selektivní digestivní dekontaminace - zvážit selektivní dekontaminaci, není doporučeno používat rutinně
Obecné protiinfekční opatření, bariérová péče, hygiena rukou
- hygiena rukou vždy před zahájením péče o dýchací cesty (S) - hygiena a dezinfekce nemocničního prostředí a zdravotnických pomůcek - pravidelný mikrobiologický dohled
Vzdělávání zdravotnických pracovníků
- průběžné vzdělávání zdravotnických pracovníků s cílem zachovat vysokou míru dodržování preventivních opatření (S) - kontrola dodržování preventivních aktivit zdravotnickými pracovníky pravidelnými audity - stálá edukace nových a reedukace stávajících zaměstnanců - strategie prevence VAP by měly být prezentovány prostřednictvím různých cest - vhodné je použití interního protokolu prevence VAP
(N – nízká kvalita důkazů, S – střední kvalita důkazů, V – vysoká kvalita důkazů)

v obturační manžetě může dostat do dolních dýchacích cest a vést ke sníženému riziku rozvoje VAP. SSD je nepostradatelnou součástí mnoha komplexních balíčků prevence VAP a souhrnných doporučení [5, 6, 12, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33]. Jako efektivní metoda proti rozvoji VAP byla potvrzena několika studiemi [34, 35, 36, 37, 38, 40, 41]. K odsávání sekretů ze subglotického prostoru slouží speciální TR, které jsou opatřeny odsávací hadičkou umožňující napojení kontinuálního sání nebo použití intermitentní techniky odsávání sekretů. V několika studiích je popisován pokles výskytu VAP téměř na nulu související se striktním dodržováním balíčku prevence VAP, který zahrnuje nepřetržité odsávání ze subglotického prostoru [2, 3]. Také při použití intermitentní techniky byl popsán příznivý vliv na snížení výskytu VAP [31, 37, 40, 44, 45]. Na základě těchto výsledků, lze doporučit obě tyto techniky [46]. Frekvence odsávání při intermitentní technice není jednoznačně určena. V několika studiích je popisována frekvence sání minimálně 1x za hodinu [37, 45]. **Je doporučováno využití těchto speciálních kanyl zejména u pacientů vyžadujících UPV delší než 48–72 hod** [18]. SSD je spojováno i s celkovým zkrácením doby UPV [37, 39, 40, 41]. V každém případě je ke snížení celkové doby UPV zapotřebí využití více preventivních technik než jen samotné SSD [47].

Měření tlaku v obturační manžetě endotracheální kanyly

Optimální tlak v obturační manžetě minimalizuje zatékání sekretu hromadícího se nad obturačním balonkem do dolních dýchacích cest. Měření tlaku v obturační manžetě je jedním ze základních preventivních prvků, který může snížit mikroaspiraci a tím snižovat riziko rozvoje VAP. Obvykle se doporučuje [6, 12, 28, 29] udržovat tlak v obturační manžetě v rozmezí 20–30 cmH₂O, s kontrolou nejlépe po osmi hodinách, vždy před péčí o dutinu ústní a před manipulací s pacientem. Někteří autoři upozorňují na možnost snadného vychýlení tlaku v manžetě mimo cílový interval v závislosti na změně polohy těla. V praxi je tak výhodnější používat užší rozmezí **25–30 cmH₂O** [48, 49]. Z hlediska udržení konstantního tlaku může být výhodné používání zařízení k automatické regulaci tlaku, přestože jeho použití signifikantně nesouvisí se snížením výskytu VAP [50].

Poloha v polosedě

Metaanalýza 8 randomizovaných studií ukázala signifikantní snížení VAP při ukládání pacienta do polohy v polosedě, vliv na délku umělé plicní ventilace a mortalitu pacientů však nebyl prokázán [48]. Poloha vleže podporuje aspiraci, proto je u pacientů na UPV, zejména u pacientů s enterálním podáváním stravy nasogastrickou sondou, vhodné udržovat horní polovinu těla ve zvýšené pozici až 45° [51]. Tvůrci systematického přehledu [52] tuto pozici doporučují pouze jako preferovanou s nezbytnými omezeními, skupina dalších odborníků doporučuje **zvýšit horní polovinu trupu do polohy 20–45°, pokud možno nejlépe více než 30°**, pokud tato poloha nepředstavuje pro pacienta žádné riziko, není v rozporu s jinými ošetrovatelskými úkony, lékařskými intervencemi nebo přáním pacienta [53].

Přes zařazení polohy v polosedě do řady preventivních balíčků [31, 43, 53, 54, 55, 56, 57], je síla důkazů stále nízká. Jiní autoři [59, 60] zkoumali vliv polohy v polosedě na vývoj dekubitů, aspirace a výskyt gastrointestinálního refluxu. Došli k závěru, že žádný z pacientů nevykazoval známky projevů dekubitů. Použití zvýšené polohy hlavy a horní

poloviny těla min. 30° a více je současně výhodné pro snížení objemu ústní sekrece, refluxu a aspirace během podávání enterální výživy do žaludku. V literárních přehledech a doporučeních je tato poloha tedy navrhována zejména u pacientů s enterální výživou [5, 6, 25, 28, 32, 33]. Vhodné je také používat zařízení na sledování úhlu zvýšené polohy horní poloviny těla [12]. Je-li poloha 30–45° použita po odsávání z dýchacích cest po dobu alespoň 30 minut, může vést ke zlepšení oxygenace a ventilace [61].

Tracheální rourky – vliv použitých materiálů

Častým cílem studií je najít optimální druh TR, která by co nejvíce minimalizovala mikroaspiraci a vznik biofilmu. Několik studií, projektů a randomizovaných kontrolovaných studií se touto problematikou zabývá a téměř všechny doporučují použití TR s polyuretanovou těsnicí manžetou [62, 63, 64], uvádějí však že důkazy nejsou dostatečné a prevence mikroaspirace nezávisí jen na materiálu těsnící manžety. TR s ultratenkou polyuretanovou manžetou je přesto součástí několika doporučení, balíčků a přehledů strategií prevence VAP [5, 6, 12, 29, 33]. Potahované ETK (např. stříbrem) nejsou rutinně doporučovány pro omezené důkazy, které by potvrzovaly snížení rizika VAP [63, 65]. Lze je použít u vybraných pacientů v souvislosti se snížením vzniku biofilmu uvnitř kanyly, jejich klinický přínos je nejasný [5, 6, 12, 25, 28]. Z posledních výsledků studií tak vyplývá, že **nebylo prokázáno jednoznačné snížení VAP při používání ETK s polyuretanovou těsnicí manžetou, ani kanyl potahovaných stříbrem** [18].

Provedení časně tracheostomie

S ohledem na příčinu vzniku VAP související se zajištěním vstupu do dýchacích cest, je doporučeno v případě předpokladu dlouhodobé UPV včas zvážit provedení tracheostomie. Metaanalýza 17 randomizovaných studií prokázala, že **provedení časně tracheostomie** (do 7 dní od intubace) vede ke 40 % snížení VAP, zkracuje dobu UPV a pobyt na intenzivní péči, nebyl prokázán efekt na mortalitu pacientů [66].

Péče o okruh ventilátoru

Autoři recentní metaanalýzy [67] došli k závěru, že časté výměny okruhu ventilátoru byly spojeny s vysokým rizikem VAP a doporučují, že **výměna okruhu by měla proběhnout jen v případě poškození či znečištění a u každého nového pacienta**, což je zahrnuto také v řadě doporučení [5, 6, 12, 28, 33]. Současně je důležité co nejvíce minimalizovat rozpojování dýchacího okruhu a minimalizovat tak pokles tlaku v dýchacích cestách [12, 54, 68]. Pomůcky k ventilátoru určené k opakovanému použití by měly být po použití sterilizovány nebo dezinfikovány, popřípadě oplachovány sterilní vodou [25, 54].

Způsob zvlhčování vzduchu v dýchacích cestách

U všech invazivně ventilovaných pacientů je nutné využít některou z metod zvlhčování vzduchu v dýchacích cestách. Výhoda použití vyhřívaných zvlhčovačů dýchacích cest (HH, heated humidifiers) nebo výměníků tepla a vlhkosti (HME, heat and moisture exchanger) vzhledem k prevenci VAP není ve všech studiích jednoznačná [69, 70, 71, 72]. Žádná z uvedených metod nevykazuje významnou výhodu s ohledem

na snížení výskytu VAP. Použití systému HME je doporučeno u pacientů, u kterých se očekává délka UPV po dobu 24–48 hodin a systému zvlhčování HH u pacientů vyžadujících delší dobu UPV [28]. V roce 2014 vydali doporučení „Zero VAP“ kde upřednostňují HME před HH s ohledem na snížení výskytu VAP. Je však potřeba dodržovat kontraindikace použití HME, např. ARDS, hypotermie, dlouhodobá UPV [5].

Odsávání sekretů z dýchacích cest

Tématikou uzavřeného versus otevřeného systému odsávání se zabývá několik autorů v systematických přehledech, metaanalýzách a doporučeních [73, 74, 75], v nichž zkoumají rozdílný vliv obou postupů na vznik VAP. Všichni autoři udávají, že **použití uzavřeného odsávacího systému není spojeno s nižším výskytem VAP**, délkou UPV, délkou pobytu na intenzivní péči nebo ovlivněním mortality pacientů [76]. Při použití otevřené techniky odsávání je však nutné zajistit striktní aseptické podmínky, používat k odsávání sterilní rukavice a sterilní odsávací katétry. Spojení těchto opatření spolu s dalšími preventivními strategiemi může snížit riziko výskytu VAP o 44 % [56]. Tracheální odsávání nevede ke zvýšení rizika aspirace, během níž byl u pacientů nastaven PEEP ≥ 5 cm H₂O a tlak v obturační manžetě 30 cm H₂O [77]. Důležitou roli v prevenci VAP hraje také vzdělávání pracovníků v této oblasti [25]. Několik autorů doporučuje před zahájením odsávání sekretů z dýchacích cest aplikaci fyziologického roztoku do trachey [5, 25, 33]. Frekvence odsávání by neměla být rutinní [12] s ohledem na pokles tlaku v dýchacích cestách během odsávání. K odsávání by měla být použita co nejnižší síla sání a délka odsávání by měla být co nejkratší.

Intubace, reintubace

Vysoký průtok nazálního kyslíku může pomoci odvrátit intubaci u pacientů s hypoxemickým respiračním selháním, zabránit reintubaci po extubaci kriticky nemocných pacientů a pooperačních pacientů ve srovnání s konvenční oxygenoterapií [78, 79, 80, 81]. Vysoký průtok nazálního kyslíku je spojen s menším výskytem nozokomiálních pneumonií u pacientů s hypoxemickým respiračním selháním [81]. **Je vhodné využívat vysokoprůtokové nosní oxygenace (HFNO, high-flow nasal oxygen) nebo neinvazivní přetlaková ventilace (NIPPV, non-invasive positive pressure ventilation) dle potřeby, kdykoli je to bezpečné a proveditelné.** Ve všech doporučeních a přehledových studiích [5, 6, 12, 28, 32] je doporučena orotracheální před nasotracheální intubací. Důvodem je vyšší výskyt sinusitidy při nasotracheální intubaci, která pak může vést k vzniku VAP aspirací infikovaných sekretů z nosních dutin. Reintubace je označována jako významný rizikový faktor pro vznik VAP [82, 83]. Reintubaci je doporučeno se vyhnout s využitím možných opatření, jako např. použitím neinvazivní přetlaková ventilace (NIPPV), zabráněním náhodné extubaci, případně lepším načasováním extubace [12, 83]. Kombinace HFNO s NIPPV bezprostředně po extubaci může dále snížit riziko reintubace u pacientů s vysokým rizikem selhání extubace ve srovnání s použitím samotného HFNO [84, 85].

Sedace, odvykání od ventilátoru, extubace, neinvazivní ventilace

Výskyt VAP koreluje s délkou umělé plicní ventilace [55, 56]. Zkrácení umělé plicní ventilace, lze dosáhnout mimo jiné použitím protokolu

odvykání od ventilátoru nejlépe spolu s protokolem titrace sedace na základě potřeb pacienta [53]. Součástí péče o pacienty v rámci prevence VAP by mělo být denní hodnocení připravenosti pacienta k odpojování od ventilátoru a extubaci, včetně denního hodnocení potřeby sedace pacienta. K urychlení procesu odpojování je vhodné zařadit denní přerušování sedace, „sedační prázdniny“ neboli test spontánního probouzení [5, 6, 32, 33, 57]. Součástí hodnocení pacienta před plánovanou extubací jsou testy schopnosti spontánní ventilace, které by měly být, pokud neexistují kontraindikace, prováděny při zastavení sedací a minimálně jednou denně [86]. **Odbornými společnostmi je doporučeno využívat protokoly sedace a odvykání od ventilátoru vedené sestrou [11, 84, 87].** Pokud je to možné a dovoluje to klinický stav pacienta, je z hlediska prevence VAP výhodou použít NIPPV a vyhnout se tak intubaci [5, 6, 12, 25, 28, 33]. Tento způsob ventilace je doporučován i při časném odpojování od ventilátoru [11, 87].

Fyzioterapie hrudníku

Fyzioterapie hrudníku nepatří mezi základní preventivní intervence, ale může být v této problematice prospěšná. To potvrzuje randomizovaná kontrolovaná klinická studie [88], ve které autoři konstatují, že multimodální fyzioterapie hrudníku 2x denně byla spojena se signifikantním snížením výskytu VAP a snížením úmrtnosti pacientů na UPV. Obdobné výsledky přinesla studie zaměřená na posouzení efektu hrudní fyzioterapie u pacientů na UPV [89]. Fyzioterapie je součástí balíčku prevence VAP („Zero VAP“) prováděném na jednotkách intenzivní péče ve Španělsku [5].

Polohování a mobilizace pacienta, kinetická terapie, transport

Včasné cvičení a mobilizační programy mohou zkrátit délku umělé plicní ventilace, zkrátit dobu pobytu na JIP, snížit počty případů VAP a zvýšit rychlost návratu do běžného života pacienta [90]. Časná rehabilitace, mobilizace a zlepšení fyzické kondice patří k základním opatřením v rámci prevence VAP [25, 33]. Mezi intervence, které nejsou plošně doporučovány v rámci postupů prevence VAP, ale mohou být pro pacienta prospěšné, patří uložení pacienta na lůžko umožňující kinetickou terapii a provádění laterálních náklonů [5, 12, 25]. Transport pacienta mimo oddělení zvyšuje riziko rozvoje VAP z důvodu předpokladu, že uložení pacienta vleže a častá manipulace s okruhem ventilátoru během transportu mohou usnadnit aspiraci kontaminovaných sekretů. Před transportem by měla být pozastavena enterální výživa [6, 12].

Enterální výživa, probiotika

Časná enterální výživa je spojena s nižším výskytem pneumonií získaných při hospitalizaci (HAP, hospital-acquired pneumonia), kratší délkou pobytu na jednotce intenzivní péče a kratší celkovou délkou hospitalizace ve srovnání s podáváním časně parenterální výživy [91]. V rámci prevence VAP, s ohledem na snížení rizika aspirace žaludečního obsahu zejména u pacientů, **kterí netolerují podávání stravy do žaludku a u pacientů s vysokým rizikem aspirace je doporučováno podávání enterální výživy postpyloricky [12, 30, 32].** Je tedy nutno sledovat známky žaludeční distenze, zvracení

či regurgitace výživy a zvážit preventivní zavedení postpylorické sondy u pacientů s anamnézou refluxu, při pankreatidě či známkách zvýšeného nitrobrříšního tlaku. Při podávání enterální výživy je účelné udržovat polohu trupu a hlavy ve zvýšené poloze, jelikož poloha vleže podporuje vznik aspirace [6, 60] (viz též kap. 1.4). Důkazy svědčící o vlivu probiotik na snížení výskytu VAP mají nízkou kvalitu, nebyl zaznamenán signifikantně nižší výskyt VAP ve srovnání s pacienty, u kterých probiotika podávána nebyla. **Rutinní podávání probiotik na základě těchto dat nebylo doporučeno [92].**

Profylaxe stresového vředu

Tradičně je požití pantoprazolu v souvislosti s profylaxí stresového považováno za rizikový faktor pro rozvoj VAP [12, 28, 31, 32, 33, 57].

Výsledky studie REVISE tento efekt nepotvrzují [58]. Tato intervence nemá přímý vliv na snížení incidence VAP, ale může mít dopad na délku UPV, délku hospitalizace a mortalitu [12].

Selektivní orofaryngeální dekontaminace a selektivní digestivní dekontaminace

Tato farmakologická opatření mohou při použití antiseptických nebo antimikrobiálních látek snížit frekvenci výskytu VAP a být tak účinná v její prevenci [5, 93, 94, 95]. S ohledem na riziko vzniku rezistence vůči antibiotikům **nejsou tyto intervence rutinně doporučovány [6, 18].** Některými autory je zdůrazňována obava ze selekce multirezistentních gram-pozitivních mikroorganismů, zejména meticilin-rezistentních zlatých stafylokoků (MRSA) a vankomycin-rezistentních enterokoků (VRE), které jsou primárně rezistentní vůči antibiotikům používaným pro SDD. Nutno ovšem konstatovat, že u některých důležitých patogenů se rezistence může vyvíjet v průběhu roků až desetiletí, což krátkodobější výsledky nedokáží zachytit. Antimikrobiální rezistence nadále zůstává diskutovaným problémem při SDD [12, 25, 28, 33].

Obecná protiinfekční opatření, bariérová péče, hygiena rukou

Obecná opatření zabraňující šíření nozokomiálních infekcí jsou základní a mnohdy nenákladnou samozřejmostí v péči o pacienty v nemocničním zařízení. Za jedno z nejdůležitějších opatření v prevenci VAP je považována **hygiena rukou, zejména před zahájením péče o dýchací cesty**, která je součástí několika doporučení a balíčků prevence VAP, prokazatelně snižujících riziko vzniku tohoto onemocnění [5, 6, 12, 28, 33, 43]. K zabránění kontaktu se sekrety pacienta je doporučována bariérová ošetrovatelská péče [28]. V rámci multimodálního přístupu k prevenci VAP je vhodné provádět na pracovišti také pravidelný mikrobiologický screening [5, 12, 32].

Vzdělávání zdravotnických pracovníků

V rámci prevence a zvyšování kvality zavedených preventivních opatření je doporučeno provádět pravidelné monitorování, vyhodnocování a sdělování výsledků péče o hospitalizované pacienty. Úsilí by mělo být soustředěno na průběžné vzdělávání zdravotnických pracovníků s cílem zachovat vysokou míru dodržování preventivních opatření [96]. **Edukace sester o významu dodržování postupů pro**

prevenci VAP může významně zvýšit jejich znalosti, což prokazatelně souvisí se sníženým výskytem VAP na pracovišti intenzivní péče [6, 43, 57]. Její výskyt lze snížit až o 50 % pomocí pravidelných vzdělávacích a výcvikových programů prevence VAP pro zdravotnické pracovníky, kteří se přímo podílejí na intenzivní péči o pacienty na UPV [6]. Nezbytné je zajistit také dostatek personálu a časový prostor pro ošetrovatelskou péči [97]. Strategie prevence VAP by měly být prezentovány prostřednictvím různých cest a vhodné je použití interního protokolu prevence VAP [12]. Je doporučeno poskytovat zaměstnancům edukační materiály sumarizující nové poznatky. Příkladem doporučených forem jsou aplikace pro smartphony, interaktivní webové stránky, kartičky do kapsy, brožury, plakáty, denní průvodci, souhrny pokynů, bulletiny [18].

Balíčky prevence VAP

Účinnost dodržování komplexního balíčku strategických postupů má významný vliv na snížení **výskytu VAP [31, 43, 98].** Ve většině studií zkoumajících efekt jednotlivých intervencí je dodržováno zároveň několik dalších postupů, které snižují riziko rozvoje VAP [55, 58]. Neexistuje však úplná shoda mezi intervencemi obsaženými v balíčcích různých autorů [98, 99, 100]. To způsobuje problém EBM v dané oblasti této problematiky.

Závěr

Zavedením komplexu účinných opatření lze snížit výskyt ventilátorové pneumonie. Je potřeba najít jednotnou formu a účelný systém pro jejich implementaci do klinické praxe.

Seznam zkratek

- CPIC – Clinical Pulmonary Infection Score
- DÚ – Dutina ústní
- TR – Tracheální rourka
- HAP – Hospital acquired pneumonia, pneumonie získaná při hospitalizaci
- HFNO – High flow nasal oxygen, vysokoprůtoková nosní oxygenace
- HH – Heated humidifiers, vyhřívané zvlhčování dýchacích cest
- HME – Heat and moisture exchanger, výměník tepla a vlhkosti
- JIP – Jednotka intenzivní péče
- NIV – Non-invasive ventilation, neinvazivní ventilace
- NIPPV – Non-invasive positive pressure ventilation, neinvazivní ventilace s pozitivní tlakovou podporou
- PEEP – Positive end-expiratory pressure, pozitivní tlak na konci výdechu
- SSD – Subglottic secretions drainage, drenáž subglotického prostoru
- UPV – Umělá plicní ventilace
- VAP – Ventilator-associated pneumonia, pneumonie ventilovaných nemocných
- VAE – Ventilator-associated event, případy spojené s ventilací
- VAC – Ventilator-associated conditions, stavy spojené s ventilací
- IVAC – Infection ventilator-associated complication, infekční komplikace spojené s ventilací
- PVAP – possible ventilator-associated pneumonia, pravděpodobná pneumonie ventilovaných nemocných

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Potvrzujeme, že autoři při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **Prohlášení o původnosti:** Potvrzujeme, že je práce původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Autoři nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. Potvrzujeme, že všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Podíl autorů:** Zoubková R. – psaní, konceptualizace, vedení, Swiatkowska M. – psaní, konceptualizace, Glac T. – formální analýza, Madzivá S. – formální analýza, Haltořová A. – formální analýza, Rusková K. – formální analýza, Nytra I. – osobní účast při provádění analýzy, Pospíšilová J. – osobní účast při provádění analýzy, Kučerová Z. – osobní účast při provádění analýzy, Ševčík, P. – vedení a koordinace. **Financování:** Nebyly použity žádné finanční podpory práce.

LITERATURA

- Goel V, Gupta S, Goel T. Ventilator-associated pneumonia: A review of the clinically relevant challenges in diagnosis and prevention. *Br J Med Pract.* 2016;9(2):910-918.
- Magill SS, O'Leary E, Janelle SJ, Thompson DL, Dumyati G, Nadle J, et al; Emerging Infections Program Hospital Prevalence Survey Team. Changes in Prevalence of Health Care-Associated Infections in U.S. Hospitals. *N Engl J Med.* 2018 Nov 1;379(18):1732-1744. doi: 10.1056/NEJMoa1801550. PMID: 30380384; PMCID: PMC7978499.
- Walter J, Haller S, Quinten C, Kärki T, Zacher B, Eckmanns T, et al; ECDC PPS study group. Healthcare-associated pneumonia in acute care hospitals in European Union/European Economic Area countries: an analysis of data from a point prevalence survey, 2011 to 2012. *Euro Surveill.* 2018 Aug;23(32):1700843. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2018. 23. 32.1700843. PMID: 30107871; PMCID: PMC6092912.
- Kollef MH, Hamilton CW, Ernst FR. Economic impact of ventilator-associated pneumonia in a large matched cohort. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2012 Mar;33(3):250-6. doi: 10.1086/664049. Epub 2012 Jan 17. PMID: 22314062.
- Álvarez Lerma F, Sánchez García M, Lorente L, Gordo F, Añón JM, Álvarez J, et al; Sociedad Española de Medicina Intensiva; Sociedad Española de Enfermería Intensiva. Guidelines for the prevention of ventilator-associated pneumonia and their implementation. The Spanish „Zero-VAP“ bundle. *Med Intensiva.* 2014 May;38(4):226-36. English, Spanish. doi: 10.1016/j.medint.2013. 12. 007. Epub 2014 Mar 1. PMID: 24594437.
- Oliveira J, Zagalo C, Cavaco-Silva P. Prevention of ventilator-associated pneumonia. *Rev Port Pneumol.* 2014 May-Jun;20(3):152-61. English, Portuguese. doi: 10.1016/j.rppneu.2014. 01. 002. Epub 2014 Mar 24. PMID: 24674617.
- Mietto C, Pinciroli R, Patel N, Berra L. Ventilator associated pneumonia: evolving definitions and preventive strategies. *Respir Care.* 2013 Jun;58(6):990-1007. doi: 10.4187/respcare.02380. PMID: 23709196.
- Dostál P. Základy umělé plicní ventilace. 5. rozš. vyd. Praha: Maxdorf; 2023. 469 s. ISBN 978-80-7345-759-4.
- Magill SS, Klompas M, Balk R, Burns SM, Deutschman CS, Diekema D, et al. Developing a new, national approach to surveillance for ventilator-associated events*. *Crit Care Med.* 2013 Nov;41(11):2467-75. doi: 10.1097/CCM.0b013e3182a262db. PMID: 24162674; PMCID: PMC10847970.
10. Ventilator-Associated event protocol. Centers for Disease Control and Prevention website. <http://www.cdc.gov/nhsn/acute-care-hospital/vae/index.html>. Published March 25, 2014. Accessed March 31, 2022.
- Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, Muscedere J, Sweeney DA, Palmer LB, et al. Management of Adults With Hospital-acquired and Ventilator-associated Pneumonia: 2016 Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the American Thoracic Society. *Clin Infect, DiS.* 2016 Sep 1;63(5):e61-e111. doi: 10.1093/cid/ciw353. Epub 2016 Jul 14. Erratum in: *Clin Infect, DiS.* 2017 May 1;64(9):1298. doi: 10.1093/cid/ciw799. Erratum in: *Clin Infect, DiS.* 2017 Oct 15;65(8):1435. doi: 10.1093/cid/cix587. Erratum in: *Clin Infect, DiS.* 2017 Nov 29;65(12):2161. doi: 10.1093/cid/cix759. PMID: 27418577; PMCID: PMC4981759.
- Lau AC, So HM, Tang SL, Yeung A, Lam SM, Yan WW; Hong Kong East Cluster Task Force on Prevention of Ventilator-associated Pneumonia in Critical Care Areas. Prevention of ventilator-associated pneumonia. *Hong Kong Med J.* 2015 Feb;21(1):61-8. doi: 10.12809/hkmj144367. Epub 2015 Jan 16. PMID: 25593193.
- Pneumonia – Causes, Symptoms and Treatment. Healthfacts.ng [online]. iQube Labs, 2016 Dostupné z: <http://healthfacts.ng/pneumonia-about/>
- Herkel T, Uvizl R, Doubavská L, Adamus M, Gabrhelík T, Htoutou Sedlakova M, et al. Epidemiology of hospital-acquired pneumonia: Results of a Central European multicenter, prospective, observational study compared with data from the European region. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2016 Sep;160(3):448-55. doi: 10.5507/bp.2016.014. Epub 2016 Mar 17. PMID: 27003315.
- Walaszek M, Kosiarska A, Gniadek A, Kołpa M, Wolak Z, Dobroś W, et al. The risk factors for hospital-acquired pneumonia in the Intensive Care Unit. *Przegl Epidemiol.* 2016;70(1):15-20, 107-10. English, Polish. PMID: 27344468.
- Lewis SC, Li L, Murphy MV, Klompas M; CDC Prevention Epicenters. Risk factors for ventilator-associated events: a case-control multivariable analysis. *Crit Care Med.* 2014 Aug;42(8):1839-48. doi: 10.1097/CCM.0000000000000338. PMID: 24751498; PMCID: PMC4451208.
- Lahoorpour F, Delpisheh A, Afkhamzadeh A. Risk factors for acquisition of ventilator-associated pneumonia in adult intensive care units. *Pak J Med Sci.* 2013 Sep;29(5):1105-7. doi: 10.12669/pjms.295.3375. PMID: 24353700; PMCID: PMC3858932.
- Klompas M, Branson R, Cawcutt K, Crist M, Eichenwald EC, Greene LR, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2022 Jun;43(6):687-713. doi: 10.1017/ice.2022. 88. Epub 2022 May 20. PMID: 35589091; PMCID: PMC10903147.
- Garcia R, Jendresky L, Colbert L, Bailey A, Zaman M, Majumder M. Reducing ventilator-associated pneumonia through advanced oral-dental care: a 48-month study. *Am J Crit Care.* 2009 Nov;18(6):523-32. doi: 10.4037/ajcc2009311. Epub 2009 Jul 27. PMID: 19635805.
- Takeyasu Y, Yamane GY, Tonogi M, Watanabe Y, Nishikubo S, Serita R, et al. Ventilator-associated pneumonia risk decreased by use of oral moisture gel in oral health care. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2014;55(2):95-102. doi: 10.2209/tdcpublish.55. 95. PMID: 24965954.
- Nobahar M, Razavi MR, Malek F, Ghorbani R. Effects of hydrogen peroxide mouthwash on preventing ventilator-associated pneumonia in patients admitted to the intensive care unit. *Braz J Infect, DiS.* 2016 Sep-Oct;20(5):444-50. doi: 10.1016/j.bjid.2016. 06. 005. Epub 2016 Jul 26. PMID: 27471125; PMCID: PMC9425535.
- Zhao T, Wu X, Zhang Q, Li C, Worthington HV, Hua F. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020 Dec 24;12(12):CD008367. doi: 10.1002/14651858.CD008367.pub4. PMID: 33368159; PMCID: PMC811488.
- Gu WJ, Gong YZ, Pan L, Ni YX, Liu JC. Impact of oral care with versus without toothbrushing on the prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care.* 2012 Oct 12;16(5):R190. doi: 10.1186/cc11675. PMID: 23062250; PMCID: PMC3682292.
- Collins T, Plowright C, Gibson V, Stayt L, Clarke S, Caisley J, et al. British Association of Critical Care Nurses: Evidence-based consensus paper for oral care within adult critical care units. *Nurs Crit Care.* 2021 Jul;26(4):224-233. doi: 10.1111/nicc.12570. Epub 2020 Oct 29. PMID: 33124119.
- Winning L, Lundy FT, Blackwood B, McAuley DF, El Karim I. Oral health care for the critically ill: a narrative review. *Crit Care.* 2021 Oct 1;25(1):353. doi: 10.1186/s13054-021-03765-5. PMID: 34598718; PMCID: PMC8485109.
- Blot S, Conoscenti E, Klompas M. Should we still use chlorhexidine oral care? No! *Intensive Crit Care Nurs.* 2025 Apr;87:103954. doi: 10.1016/j.iccn.2025.103954. Epub 2025 Jan 26. PMID: 39870012.
- Dale CM, Rose L, Carbone S, Pinto R, Smith OM, Burry L, et al. Effect of oral chlorhexidine de-adoption and implementation of an oral care bundle on mortality for mechanically ventilated patients in the intensive care unit (CHORAL): a multi-center stepped wedge cluster-randomized controlled trial. *Intensive Care Med.* 2021 Nov;47(11):1295-1302. doi: 10.1007/s00134-021-06475-2. Epub 2021 Oct 5. PMID: 34609548; PMCID: PMC8490143.
- Lorente L, Blot S, Rello J. Evidence on measures for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J.* 2007 Dec;30(6):1193-207. doi: 10.1183/09031936.00048507. PMID: 18055704.
- Zolfaghari PS, Wyncoll DL. The tracheal tube: gateway to ventilator-associated pneumonia. *Crit Care.* 2011;15(5):310. doi: 10.1186/cc10352. Epub 2011 Sep 29. PMID: 21996487; PMCID: PMC3334734.
- Pozuelo-Carrascosa DP, Herráiz-Adillo Á, Alvarez-Bueno C, Añón JM, Martínez-Vizcaino V, Cervero-Redondo I. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an overview of systematic reviews and an updated meta-analysis. *Eur Respir Rev.* 2020 Feb 12;29(155):190107. doi: 10.1183/16000617.0107-2019. Erratum in: *Eur Respir Rev.* 2022 Mar 23;31(163):220013. doi: 10.1183/16000617.0013-2022. Erratum in: *Eur Respir Rev.* 2022 Mar 23;31(163):195107. doi: 10.1183/16000617.5107-2019. PMID: 32051169; PMCID: PMC9488747.
- Caserta RA, Marra AR, Durão MS, Silva CV, Pavao dos Santos OF, Neves HS, et al. A program for sustained improvement in preventing ventilator associated pneumonia in an intensive care setting. *BMC Infect, DiS.* 2012 Sep 29;12:234. doi: 10.1186/1471-2334-12-234. PMID: 23020101; PMCID: PMC3521195.
- Coppadoro A, Bittner E, Berra L. Novel preventive strategies for ventilator-associated pneumonia. *Crit Care.* 2012 Dec 12;16(2):210. doi: 10.1186/cc11225. PMID: 22429668; PMCID: PMC3681356.

33. Prescott HC, O'Brien JM. Prevention of ventilator-associated pneumonia in adults. *F1000 Med Rep.* 2010 Feb 24;2:15. doi: 10.3410/M2-15. PMID: 20948871; PMCID: PMC2948395.
34. Yokoe DS, Anderson DJ, Berenholtz SM, Calfee DP, Dubberke ER, Ellingson KD, et al; Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA). A compendium of strategies to prevent healthcare-associated infections in acute care hospitals: 2014 updates. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014 Aug;35(8):967-77. doi: 10.1086/677216. PMID: 25026611; PMCID: PMC4223864.
35. Munro CL, Grap MJ, Sessler CN, Elsworth RK Jr, Mangar D, Karlinski-Everall R, et al. Pre-intubation application of oral chlorhexidine does not provide additional benefit in prevention of early-onset ventilator-associated pneumonia. *Chest.* 2015 Feb;147(2):328-334. doi: 10.1378/chest.14-0692. PMID: 25317722; PMCID: PMC4314813.
36. Frost SA, Azeem A, Alexandrou E, Tam V, Murphy JK, Hunt L, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis. *Aust Crit Care.* 2013 Nov;26(4):180-8. doi: 10.1016/j.aucc.2013.03.003. Epub 2013 Apr 11. PMID: 23583261.
37. Wang RX, Zhen B, Yang Y, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: A meta-analysis. *Chinese Nursing Research.* 2015;2(2-3):55-60. ISSN 20957178.
38. Xie X, Nicolau I, McGregor M, Dendukuri N. Subglottic Secretion Drainage Endotracheal Tubes for Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia. Montreal (Canada): Technology Assessment Unit (TAU) of the McGill University Health Centre (MUHC). 2012;56:1-25.
39. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Mora ML, Sierra A. Influence of an endotracheal tube with polyurethane cuff and subglottic secretion drainage on pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007 Dec 1;176(11):1079-83. doi: 10.1164/rccm.200705-761OC. Epub 2007 Sep 13. PMID: 17872488.
40. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Lorenzo L, Roca I, Cabrera J, et al. Continuous endotracheal tube cuff pressure control system protects against ventilator-associated pneumonia. *Crit Care.* 2014 Apr 21;18(2):R77. doi: 10.1186/cc13837. PMID: 24751286; PMCID: PMC4057071.
41. Mao Z, Gao L, Wang G, Liu C, Zhao Y, Gu W, et al. Subglottic secretion suction for preventing ventilator-associated pneumonia: an updated meta-analysis and trial sequential analysis. *Crit Care.* 2016 Oct 28;20(1):353. doi: 10.1186/s13054-016-1527-7. PMID: 27788682; PMCID: PMC5084404.
42. Shi Z, Xie H, Wang P, Zhang Q, Wu Y, Chen E, et al. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Aug 13(8):CD008367. doi: 10.1002/14651858.CD008367.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Oct 25;10:CD008367. doi: 10.1002/14651858.CD008367.pub3. PMID: 23939759.
43. Doshier WB, Loomis EC, Richardson SL, Crowell JA, Waltman RD, Miller LD, et al. The effect of a nurse-led multidisciplinary team on ventilator-associated pneumonia rates. *Crit Care Res Pract.* 2014;2014:682621. doi: 10.1155/2014/682621. Epub 2014 Jun 29. PMID: 25061525; PMCID: PMC4100357.
44. Lacherade JC, De Jonghe B, Guezennec P, Debbat K, Hayon J, Monsel A, et al. Interim subglottic secretion drainage and ventilator-associated pneumonia: a multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2010 Oct 1;182(7):910-7. doi: 10.1164/rccm.200906-0838OC. Epub 2010 Jun 3. PMID: 20522796.
45. Mahmoodpoor A, Peyrovi-far A, Hamishehkar H, Bakhtyari Z, Mirinezhad MM, Hamidi M, et al. Comparison of prophylactic effects of polyurethane cylindrical or tapered cuff and polyvinyl chloride cuff endotracheal tubes on ventilator-associated pneumonia. *Acta Med Iran.* 2013 Aug 7;51(7):461-6. PMID: 23945890.
46. Wang F, Bo L, Tang L, Lou J, Wu Y, Chen F, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012 May;72(5):1276-85. doi: 10.1097/TA.0b013e318247cd33. PMID: 22673255.
47. Souza CR, Santana VT. Impact of supra-cuff suction on ventilator-associated pneumonia prevention. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012 Dec;24(4):401-6. doi: 10.1590/s0103-507x2012000400018. PMID: 23917940; PMCID: PMC4031821.
48. Guanche-Garcell H, Morales-Pérez C, Rosenthal VD. Effectiveness of a multidimensional approach for the prevention of ventilator-associated pneumonia in an adult intensive care unit in Cuba: findings of the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC). *J Infect Public Health.* 2013 Apr;6(2):98-107. doi: 10.1016/j.jiph.2012.11.009. Epub 2013 Feb 13. PMID: 23537822.
49. Masterton RG, Galloway A, French G, Street M, Armstrong J, Brown E, et al. Guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia in the UK: report of the working party on hospital-acquired pneumonia of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy. *J Antimicrob Chemother.* 2008 Jul;62(1):5-34. doi: 10.1093/jac/dkn162. Epub 2008 Apr 29. PMID: 18445577; PMCID: PMC7110234.
50. Dauvergne JE, Geffray AL, Asehnoune K, Rozec B, Lakhal K. Automatic regulation of the endotracheal tube cuff pressure with a portable elastomeric device. A randomised controlled study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2020 Jun;39(3):435-441. doi: 10.1016/j.accpm.2020.04.007. Epub 2020 May 4. PMID: 32376293.
51. Juneja D, Javeri Y, Singh O, Nasa P, Pandey R, Uniyal B. Comparing influence of intermittent subglottic secretions drainage with/without closed suction systems on the incidence of ventilator associated pneumonia. *Indian J Crit Care Med.* 2011 Jul;15(3):168-72. doi: 10.4103/0972-5229.84902. PMID: 22013309; PMCID: PMC3190468.
52. Wang L, Li X, Yang Z, Tang X, Yuan Q, Deng L, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Jan 8;2016(1):CD009946. doi: 10.1002/14651858.CD009946.pub2. PMID: 26743945; PMCID: PMC7016937.
53. Niël-Weise BS, Gastmeier P, Kola A, Vonberg RP, Wille JC, van den Broek PJ; Bed Head Elevation Study Group. An evidence-based recommendation on bed head elevation for mechanically ventilated patients. *Crit Care.* 2011;15(2):R111. doi: 10.1186/cc10135. Epub 2011 Apr 11. PMID: 21481251; PMCID: PMC3219392.
54. Blot SI, Poelaert J, Kollef M. How to avoid microaspiration? A key element for the prevention of ventilator-associated pneumonia in intubated ICU patients. *BMC Infect Dis.* 2014 Nov 28;14:119. doi: 10.1186/1471-2334-14-119. PMID: 25430629; PMCID: PMC4289393.
55. Gadani H, Vyas A, Kar AK. A study of ventilator-associated pneumonia: Incidence, outcome, risk factors and measures to be taken for prevention. *Indian J Anaesth.* 2010 Nov;54(6):535-40. doi: 10.4103/0019-5049.72643. PMID: 21224971; PMCID: PMC3016574.
56. Sedwick MB, Lance-Smith M, Reeder SJ, Nardi J. Using evidence-based practice to prevent ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Nurse.* 2012 Aug;32(4):41-51. doi: 10.4037/ccn2012964. PMID: 22855078.
57. Arroliga AC, Pollard CL, Wilde CD, Pellizzari SJ, Chebbo A, Song J, et al. Reduction in the incidence of ventilator-associated pneumonia: a multidisciplinary approach. *Respir Care.* 2012 May;57(5):688-96. doi: 10.4187/respcare.01392. Epub 2011 Dec 6. PMID: 22153578.
58. Cook D, Deane A, Lauzier F, Zytaruk N, Guyatt G, Saunders L, et al; REVISE Investigators. Stress Ulcer Prophylaxis during Invasive Mechanical Ventilation. *N Engl J Med.* 2024 Jul 4;391(1):9-20. doi: 10.1056/NEJMoa2404245. Epub 2024 Jun 14. PMID: 38875111.
59. Wang L, Li X, Yang Z, Tang X, Yuan Q, Deng L, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Jan 8;2016(1):CD009946. doi: 10.1002/14651858.CD009946.pub2. PMID: 26743945; PMCID: PMC7016937.
60. Schallom M, Dykeman B, Metheny N, Kirby J, Pierce J. Head-of-bed elevation and early outcomes of gastric reflux, aspiration and pressure ulcers: a feasibility study. *Am J Crit Care.* 2015 Jan;24(1):57-66. doi: 10.4037/ajcc2015781. PMID: 25554555.
61. Subramanian P, Choy KL, Gobal SV, Mansor M, Ng KH. Impact of education on ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit. *Singapore Med J.* 2013 May;54(5):281-4. doi: 10.11622/smedj.2013109. PMID: 23716155.
62. Bulpa P, Evrard P, Bouhon S, Schryvers F, Jamart J, Michaux I, et al. Polyurethane does not protect better than polyvinyl cuffed tracheal tubes from microaspirations. *Minerva Anesthesiol.* 2013 May;79(5):498-503. Epub 2013 Mar 19. PMID: 23511349.
63. Deem S, Yanez D, Sissons-Ross L, Broeckel JA, Daniel S, Treggiari M. Randomized Pilot Trial of Two Modified Endotracheal Tubes To Prevent Ventilator-associated Pneumonia. *Ann Am Thorac Soc.* 2016 Jan;13(1):72-80. doi: 10.1513/AnnalsATS.201506-346OC. PMID: 26523433; PMCID: PMC4722846.
64. Miller MA, Arndt JL, Konkole MA, Chenoweth CE, Iwashyna TJ, Flaherty KR, et al. A polyurethane cuffed endotracheal tube is associated with decreased rates of ventilator-associated pneumonia. *J Crit Care.* 2011 Jun;26(3):280-6. doi: 10.1016/j.jccr.2010.05.035. Epub 2010 Jul 23. PMID: 20655698; PMCID: PMC4009728.
65. Tokmaji G, Vermeulen H, Müller MC, Kwakman PH, Schultz MJ, Zaat SA. Silver-coated endotracheal tubes for prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Aug 12;2015(8):CD009201. doi: 10.1002/14651858.CD009201.pub2. PMID: 26266942; PMCID: PMC6517140.
66. Chorath K, Hoang A, Rajasekaran K, Moreira A. Association of Early vs Late Tracheostomy Placement With Pneumonia and Ventilator Days in Critically Ill Patients: A Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2021 May 1;147(5):450-459. doi: 10.1001/jamaoto.2021.0025. PMID: 33704354; PMCID: PMC7953336.
67. Han J, Liu Y. Effect of ventilator circuit changes on ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care.* 2010 Apr;55(4):467-74. PMID: 20406515.
68. Moggyoródi B, Dunai E, Gál J, Iványi Z. Ventilator-associated pneumonia and the importance of education of ICU nurses on prevention – Preliminary results. *Interv Med Appl Sci.* 2016 Dec;8(4):147-151. doi: 10.1556/1646.8.2016.4.9. PMID: 28180003; PMCID: PMC5283772.
69. Auxiliadora-Martins M, Meneguetti MG, Nicolini EA, Alkaim-Teixeira GC, Bellissimo-Rodrigues F, Martins-Filho OA, et al. Effect of heat and moisture exchangers on the prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Braz J Med Biol Res.* 2012 Dec;45(12):1295-300. doi: 10.1590/s0100-879x2012007500161. Epub 2012 Oct 9. PMID: 23044627; PMCID: PMC3854231.
70. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Mora ML, Sierra A. Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger: a randomized controlled trial [ISRCTN88724583]. *Crit Care.* 2006;10(4):R116. doi: 10.1186/cc5009. PMID: 16884530; PMCID: PMC1750976.
71. Meneguetti MG, Auxiliadora-Martins M, Nunes AA. Effectiveness of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: a meta-analysis. *BMC Anesthesiol.* 2014 Dec 13;14:115. doi: 10.1186/1471-2253-14-115. PMID: 25844065; PMCID: PMC4384307.
72. Niël-Weise BS, Wille JC, van den Broek PJ. Humidification policies for mechanically ventilated intensive care patients and prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review of randomized controlled trials. *J Hosp Infect.* 2007 Apr;65(4):285-91. doi: 10.1016/j.jhin.2006.10.020. Epub 2007 Feb 21. PMID: 17320243.

73. Niël-Weise BS, Snoeren RL, van den Broek PJ. Policies for endotracheal suctioning of patients receiving mechanical ventilation: a systematic review of randomized controlled trials. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007 May;28(5):531-6. doi: 10.1086/513726. Epub 2007 Mar 22. PMID: 17464911.
74. Peter JV, Chacko B, Moran JL. Comparison of closed endotracheal suction versus open endotracheal suction in the development of ventilator-associated pneumonia in intensive care patients: an evaluation using meta-analytic techniques. *Indian J Med Sci*. 2007 Apr;61(4):201-11. PMID: 17401257.
75. Siempos II, Vardakas KZ, Falagas ME. Closed tracheal suction systems for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Br J Anaesth*. 2008 Mar;100(3):299-306. doi: 10.1093/bja/aem403. Epub 2008 Feb 4. PMID: 18250225.
76. Siempos II, Vardakas KZ, Falagas ME. Closed tracheal suction systems for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Br J Anaesth*. 2008 Mar;100(3):299-306. doi: 10.1093/bja/aem403. Epub 2008 Feb 4. PMID: 18250225.
77. Beuret P, Philippon B, Fabre X, Kaaki M. Effect of tracheal suctioning on aspiration past the tracheal tube cuff in mechanically ventilated patients. *Ann Intensive Care*. 2012 Nov 7;2(1):45. doi: 10.1186/2110-5820-2-45. PMID: 23134813; PMCID: PMC3520779.
78. Rochweg B, Granton D, Wang DX, Helviz Y, Einav S, Frat JP, et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2019 May;45(5):563-572. doi: 10.1007/s00134-019-05590-5. Epub 2019 Mar 19. PMID: 30888444.
79. Granton D, Chaudhuri D, Wang D, Einav S, Helviz Y, Mauri T, et al. High-Flow Nasal Cannula Compared With Conventional Oxygen Therapy or Noninvasive Ventilation Immediately Postextubation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med*. 2020 Nov;48(11):e1129-e1136. doi: 10.1097/CCM.0000000000004576. PMID: 32947472.
80. Chaudhuri D, Granton D, Wang DX, Burns KEA, Helviz Y, Einav S, et al. High-Flow Nasal Cannula in the Immediate Postoperative Period: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest*. 2020 Nov;158(5):1934-1946. doi: 10.1016/j.chest.2020.06.038. Epub 2020 Jun 29. PMID: 32615190.
81. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al; FLORALI Study Group; REVA Network. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2015 Jun 4;372(23):2185-96. doi: 10.1056/NEJMoa1503326. Epub 2015 May 17. PMID: 25981908.
82. Yasuda H, Okano H, Mayumi T, Narita C, Onodera Y, Nakane M, et al. Post-extubation oxygenation strategies in acute respiratory failure: a systematic review and network meta-analysis. *Crit Care*. 2021 Apr 9;25(1):135. doi: 10.1186/s13054-021-03550-4. PMID: 33836812; PMCID: PMC8034160.
83. Gao F, Yang LH, He HR, Ma XC, Lu J, Zhai YJ, et al. The effect of reintubation on ventilator-associated pneumonia and mortality among mechanically ventilated patients with intubation: A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung*. 2016 Jul-Aug;45(4):363-71. doi: 10.1016/j.hrtlng.2016.04.006. PMID: 27377334.
84. Ferreyro BL, Angriman F, Munshi L, Del Sorbo L, Ferguson ND, Rochweg B, et al. Association of Noninvasive Oxygenation Strategies With All-Cause Mortality in Adults With Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2020 Jul 7;324(1):57-67. doi: 10.1001/jama.2020.9524. PMID: 32496521; PMCID: PMC7273316.
85. Thille AW, Muller G, Gacouin A, Coudroy R, Decavèle M, Sonneviller R, et al; HIGH-WEAN Study Group and the REVA Research Network. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Oxygen With Noninvasive Ventilation vs High-Flow Nasal Oxygen Alone on Reintubation Among Patients at High Risk of Extubation Failure: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2019 Oct 15;322(15):1465-1475. doi: 10.1001/jama.2019.14901. Erratum in: *JAMA*. 2020 Feb 25;323(8):793. doi: 10.1001/jama.2020.0373. PMID: 31577036; PMCID: PMC6802261.
86. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, Ouellette DR, Schmidt GA, Truitt JD, et al; ATS/CHEST Ad Hoc Committee on Liberation from Mechanical Ventilation in Adults. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. *Rehabilitation Protocols, Ventilator Liberation Protocols, and Cuff Leak Tests*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 Jan 1;195(1):120-133. doi: 10.1164/rccm.201610-2075ST. PMID: 27762595.
87. Ouellette DR, Patel S, Girard TD, Morris PE, Schmidt GA, Truitt JD, et al. Liberation From Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults: An Official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Inspiratory Pressure Augmentation During Spontaneous Breathing Trials, Protocols Minimizing Sedation, and Noninvasive Ventilation Immediately After Extubation. *Chest*. 2017 Jan;151(1):166-180. doi: 10.1016/j.chest.2016.10.036. Epub 2016 Nov 3. PMID: 27818331.
88. Pattanshetty RB, Gaude GS. Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial. *Indian J Crit Care Med*. 2010 Apr;14(2):70-6. doi: 10.4103/0972-5229.68218. PMID: 20859490; PMCID: PMC2936735.
89. Zeng H, Zhang Z, Gong Y, Chen M. [Effect of chest physiotherapy in patients undergoing mechanical ventilation: a prospective randomized controlled trial]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2017 May;29(5):403-406. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004. PMID: 28524027.
90. Zang K, Chen B, Wang M, Chen D, Hui L, Guo S, et al. The effect of early mobilization in critically ill patients: A meta-analysis. *Nurs Crit Care*. 2020 Nov;25(6):360-367. doi: 10.1111/nicc.12455. Epub 2019 Jun 20. PMID: 31219229.
91. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019 Feb;38(1):48-79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037. Epub 2018 Sep 29. PMID: 30348463.
92. Johnstone J, Meade M, Lauzier F, Marshall J, Duan E, Dionne J, et al; Prevention of Severe Pneumonia and Endotracheal Colonization Trial (PROSPECT) Investigators and the Canadian Critical Care Trials Group. Effect of Probiotics on Incident Ventilator-Associated Pneumonia in Critically Ill Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2021 Sep 21;326(11):1024-1033. doi: 10.1001/jama.2021.13355. PMID: 34546300; PMCID: PMC8456390.
93. Schultz MJ, Haas LE. Antibiotics or probiotics as preventive measures against ventilator-associated pneumonia: a literature review. *Crit Care*. 2011;15(1):R18. doi: 10.1186/cc9963. Epub 2011 Jan 13. PMID: 21232110; PMCID: PMC3222052.
94. Chan EY, Ruest A, Meade MO, Cook DJ. Oral decontamination for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adults: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2007 Apr 28;334(7599):889. doi: 10.1136/bmj.39136.528160.BE. Epub 2007 Mar 26. PMID: 17387118; PMCID: PMC1857782.
95. Pileggi C, Bianco A, Flotta D, Nobile CG, Pavia M. Prevention of ventilator-associated pneumonia, mortality and all intensive care unit acquired infections by topically applied antimicrobial or antiseptic agents: a meta-analysis of randomized controlled trials in intensive care units. *Crit Care*. 2011 Jun 24;15(3):R155. doi: 10.1186/cc10285. PMID: 21702946; PMCID: PMC3219029.
96. Parisi M, Gerasioli V, Dimopoulos S, Kampisiouli E, Goga C, Perivolioti E, et al. Use of Ventilator Bundle and Staff Education to Decrease Ventilator-Associated Pneumonia in Intensive Care Patients. *Crit Care Nurse*. 2016 Oct;36(5):e1-e7. doi: 10.4037/ccn2016520. PMID: 27694363.
97. Al-Mugheed K, Bani-Issa W, Rababa M, Hayajneh AA, Syouf AA, Al-Bsheish M, et al. Knowledge, Practice, Compliance, and Barriers toward Ventilator-Associated Pneumonia among Critical Care Nurses in Eastern Mediterranean Region: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)*. 2022 Sep 23;10(10):1852. doi: 10.3390/healthcare10101852. PMID: 36292297; PMCID: PMC9602381.
98. Lacerna CC, Patey D, Block L, Naik S, Kevorkova Y, Galin J, et al. A successful program preventing nonventilator hospital-acquired pneumonia in a large hospital system. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020 May;41(5):547-552. doi: 10.1017/ice.2019.368. Epub 2020 Jan 15. PMID: 31939344.
99. Álvarez-Lerma F, Palomar-Martínez M, Sánchez-García M, Martínez-Alonso M, Álvarez-Rodríguez J, Lorente L, et al. Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia: The Multimodal Approach of the Spanish ICU „Pneumonia Zero” Program. *Crit Care Med*. 2018 Feb;46(2):181-188. doi: 10.1097/CCM.0000000000002736. PMID: 29023261; PMCID: PMC5770104.
100. Burešová Z. Komendium prevence ventilátorové pneumonie pro sestry. *Ostravská univerzita: Ústav urgentní medicíny a forenzních oborů*; 2018.
101. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008 Apr 26;336(7650):924-6. doi: 10.1136/bmj.39489.470347.AD. PMID: 18436948; PMCID: PMC2335261.