

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2022**

**Markéta Štěpánková**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Ošetřovatelství B5341

**Markéta Štěpánková**

**ENTERÁLNÍ VÝŽIVA U PACIENTA NA UMĚLÉ PLICNÍ  
VENTILACI Z POHLEDU VŠEOBECNÉ SESTRY**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: PhDr. Mgr. Jiří Frei, Ph.D., MBA

PLZEŇ 2022

POZOR! Místo tohoto listu bude vloženo zadání BP/DP s razítkem. (K vyzvednutí na sekretariátu katedry.) Toto je druhá číslovaná stránka, ale číslo se neuvádí.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. března 2022

.....

vlastnoruční podpis

## **Abstrakt**

Příjmení a jméno: Štěpánková Markéta

Katedra: Ošetrovatelství a porodní asistence

Název práce: Enterální výživa u pacienta na umělé plicní ventilaci z pohledu všeobecné sestry

Vedoucí práce: PhDr. Mgr. Jiří Frei, Ph.D., MBA

Počet stran – číslované: 67

Počet stran – nečíslované: 19

Počet titulů použité literatury: 73

Klíčová slova: enterální výživa, umělá plicní ventilace, nasogastrická sonda, zajištění dýchacích cest, endotracheální intubace, historie enterální výživy, historie umělé plicní ventilace

### **Souhrn:**

V této bakalářské práci se zabýváme studiem historického vývoje enterální výživy a umělé plicní ventilace. Jedná se o teoretickou práci. V první kapitole je popsána základní anatomie a fyziologie dýchací a trávicí soustavy, která je nezbytná k pochopení chodů v lidském těle. Ve druhé kapitole se zabýváme vývojem umělé plicní ventilace od starověku do dnes a řešíme specifika ošetrovatelské péče o ventilovaného pacienta. Třetí kapitola pojednává o tom, jakým způsobem lze u ventilovaného pacienta zajistit příjem výživy. Závěrem této práce je ucelený přehled provázanosti umělé plicní ventilace a enterální výživy.

## **Abstract**

Surname and name: Stepankova Marketa

Department: Nursing and midwifery assistance

Title of thesis: Enteral nutrition in a patient on artificial lung ventilation from the point of view of a general nurse

Consultant: PhDr. Mgr. Jiri Frei, Ph.D., MBA

Number of pages – numbered: 67

Number of pages – unnumbered: 19

Number of literature items used: 73

Keywords: enteral nutrition, artificial lung ventilation, nasogastric tube, securing of the airways, endotracheal intubation, history of enteral nutrition, history of artificial lung ventilation

### Summary:

In this bachelor thesis we study the historical development of enteral nutrition and artificial lung ventilation. It is a theoretical work. The first chapter describes the basic anatomy and physiology of the respiratory and digestive system, which is essential for understanding the processes of the human body. In the second chapter, we discuss the development of artificial pulmonary ventilation from ancient times to the present day and address the specifics of nursing care of the ventilated patient. The third chapter discusses how nutrition can be provided to the ventilated patient. This thesis concludes with a comprehensive review of the interrelationship between artificial lung ventilation and enteral nutrition.

## **Poděkování**

Děkuji magistře Janě Křivkové za podnět k tématu mé bakalářské práce. Rovněž bych chtěla na tomto místě poděkovat doktoru Jiřímu Freiovi za poskytování cenných rad a materiálních podkladů k bakalářské práci, který mi byl mimo jiné skvělým vedoucím. Velké díky patří mým skvělým přátelům Ádě, Nikče, Fionce, Báře, Matoušovi, Vítovi a Mišáčkovi, kteří mě v naplňování mých cílů podporovali a stáli po mém boku, když bylo potřeba. Dále děkuji mamince, tátovi a Zajícovi za to, že mě po celou dobu studia povzbuzovali a napomáhali mi dosáhnout úspěchu a projít studiem s lehkostí dechu.

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM ZKRATEK .....	11
ÚVOD.....	14
1 ANATOMIE A FYZIOLOGIE .....	16
1.1 Anatomie a fyziologie respiračního systému.....	16
1.2 Fyziologie dýchání.....	18
1.3 Anatomie a fyziologie trávicího systému .....	21
2 UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE.....	24
2.1 Cíle a indikace umělé plicní ventilace .....	24
2.2 Historie umělé plicní ventilace .....	26
2.2.1 Starověk.....	26
2.2.2 Středověk.....	26
2.2.3 Renesance .....	27
2.2.4 17. století .....	27
2.2.5 Osvícenství .....	28
2.2.6 19. století .....	29
2.2.7 Přelom 19. a 20. století .....	30
2.2.8 Epidemie poliomyelitidy .....	33
2.2.9 Druhá světová válka .....	36
2.2.10 Meziválečné a poválečné období.....	36
2.2.11 70. léta až současnost.....	37
2.2.12 Pandemie Covid-19 .....	38
2.3 Rozdělení umělé plicní ventilace z hlediska mechanismu zajišťujícího průtok plynů respiračním systémem při dýchání .....	39
2.3.1 Konvenční ventilace .....	39
2.3.2 Nekonvenční ventilace .....	40
2.3.3 Základní ventilační režimy .....	40
2.4 Specifika ošetrovatelské péče o ventilovaného pacienta .....	42
2.5 Možnosti zajištění dýchacích cest.....	44
2.5.1 Laryngeální maska (LMA).....	45
2.5.2 Tracheostomie .....	45
2.5.3 Tracheální intubace - TI/endotracheální intubace - ETI.....	46
2.6 Nejčastější komplikace umělé plicní ventilace .....	49
3 SPECIFIKA VÝŽIVY U PACIENTŮ NA UMĚLÉ PLICNÍ VENTILACI .....	51
3.1 Malnutrice .....	51
3.2 Zajištění nutrice u ventilovaného pacienta .....	53



3.2.1	Parenterální výživa u pacienta s potřebou umělé plicní ventilace.....	54
3.2.2	Enterální výživa u pacienta na umělé plicní ventilaci .....	55
3.3	Historie enterální výživy .....	55
3.3.1	Převrat v enterální výživě .....	56
3.3.2	Rektální výživa .....	57
3.3.3	Duodenální výživa .....	58
3.3.4	Jejunální výživa .....	58
3.3.5	Zavedení modifikovaných makroživin do enterální výživy .....	59
3.3.6	Výroba komerčních enterálních přípravků .....	60
3.3.7	Kuchyňsky připravovaná enterální výživa .....	60
3.3.8	Chemicky definované enterální přípravky .....	61
3.3.9	Elementární výživa .....	62
3.3.10	Modernizace komerčně vyráběných přípravků .....	63
3.3.11	Enterální výživa 21. století .....	63
3.4	Výhody a indikace enterální výživy .....	64
3.5	Kontraindikace enterální výživy .....	65
3.6	Cesty podání enterální výživy.....	65
3.7	Technika podávání enterální výživy .....	65
3.8	Režimy podávání enterální výživy .....	66
3.9	Komplikace enterální výživy .....	66
3.10	Specifika ošetrovatelské péče o pacienta s nasogastrickou sondou na umělé plicní ventilaci .....	68
	DISKUZE .....	72
	SEZNAM LITERATURY .....	80

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Umělá plicní ventilace pomocí cyklického tlaku na bránici uplatněním gravitace (překlápěcí metoda) .....	30
Obrázek 2 Sauerbruchova komora pro operace na otevřeném hrudníku.....	33
Obrázek 3 Eisenmengerův Biomotor, vlevo Eisenmenger osobně. ....	35
Obrázek 4 Železné plíce v „Drinker polio ward“ v Los Angeles roku 1952 při léčbě následků rozsáhlé epidemie poliomyelitidy .....	35
Obrázek 5 Znázornění endotracheální intubace .....	49
Obrázek 6 Způsoby podání výživy .....	54
Obrázek 7 Souprava na evakuaci jedu ze žaludku .....	57

## SEZNAM ZKRATEK

ABR .....	acidobazická rovnováha
AMV .....	assisted mechanical ventilation/ asistovaná ventilace
ARDS .....	acute respiratory distress syndrome/ syndrom akutní dechové tísňe
BMI .....	Body Mass Index
BURP .....	backward upward rightward pressure
C .....	colon/ tračník
CO <sub>2</sub> .....	oxid uhličitý
CPAP .....	continous positive airway pressure/ kontinuální pozitivní pře- tlak
CVP .....	central venous pressure/ centrální žilní tlak
DC .....	dýchací cesty
DJS .....	dolní jícnový svěrač
ETI .....	endotracheální intubace
f .....	frekvence
FiO <sub>2</sub> .....	frakce kyslíku
GIT .....	gastrointestinální tlak
gl .....	glandula/ žláza
gll. ....	glandulae/ žlázy
HFJV .....	high frequency jet ventilation/ vysokofrekvenční trysková ventilace
HFO .....	high frequency oscilation/ vysokofrekvenční oscilace

HFPPV .....	high frequency positive pressure ventilation/ vysokofrekvenční přetlaková ventilace
HFV .....	high frequency ventilation/ vysokofrekvenční ventilace
H <sub>2</sub> O .....	voda
CHOPN.....	chronická obstrukční plicní nemoc
IMV .....	intermittent mandatory ventilation/ zástupová ventilace
INPV .....	intermittent negative pressure ventilation/ ventilace negativním tlakem
IPPV .....	intermittent positive pressure ventilation/ ventilace pozitivním přetlakem
IRDS .....	infant respiratory distress syndrome/ syndrom dechové tísně dětí
Kcal .....	kilokalorie
kPa .....	kilopascal
LMA.....	laryngeal mask/ laryngeální maska
m .....	musculus/ sval
mm. ....	musculi/ svaly
NIV .....	non invasive ventilation/ neinvazivní ventilace
NGS .....	nasogastrická sonda
NTI.....	nasotracheální intubace
O <sub>2</sub> .....	kyslík
OTI.....	orotracheální intubace
PaCO <sub>2</sub> .....	parciální tlak oxidu uhličitého
PaO <sub>2</sub> .....	parciální tlak kyslíku

PEEP ..... positive end expiratory pressure/ pozitivní přetlak na konci výdechu

PCV ..... pressure control ventilation/ tlakově řízená ventilace

PSV ..... pressure support ventilation/ tlakově podporovaná ventilace

Qs ..... průtok neokysličené krve plicním řečištěm

Qt ..... celkový průtok krve plicním řečištěm

SIMV ..... synchronized intermittent mandatory ventilation/ synchronizovaná občasná zástupová ventilace

TI ..... tracheální intubace

UPV ..... umělá plicní ventilace

VAP ..... ventilator-associated pneumonia/ ventilátorová pneumonie

VILI ..... ventilator-induced lung injury/ poškození plic vyvolané ventilátorem

VCV ..... volume control ventilation/ objemově řízená ventilace

Vt ..... dechový objem

## ÚVOD

Snahu o záchranu lidského života si lidstvo připisuje od nepaměti. První zmínky o zachraňování lidských životů jsou uchovány ve starověkých písemných pramenech a pocházejí z Egypta a Mezopotámie. Už tehdy si naši předkové povšimli úzkého vztahu mezi životem a potřebou dýchání. Stejně tak bylo odjakživa patrné, že pro člověka je důležitá výživa nejen proto aby žil, ale i pro zotavení z nemoci.

Pacient s potřebou umělé plicní ventilace bývá hospitalizován na lůžkách intenzivní péče. Pokud má zajištěné dýchací cesty endotracheální kanylou, tak bývá v bezvědomí, nebo farmakologicky utlumen analgosedací. V této chvíli nemá možnost spontánně dýchat a samostatně přijímat výživu ústy. O pacienta je nutno pečovat nejen v rámci zajištění umělé plicní ventilace, ale současně je nutno jej i adekvátně živit, aby se urychlil proces uzdravování. Toto téma jsem si vybrala, protože se o intenzivní péči zajímám a chtěla bych v tomto oboru pracovat. Proto bych si jako budoucí všeobecná sestra chtěla rozšířit povědomí o této problematice. Všeobecná sestra, která pracuje na oddělení intenzivní péče, přichází do kontaktu s pacienty na umělé plicní ventilaci, u nichž je pravděpodobné, že příjem stravy bude zajištěn enterální cestou téměř denně. Enterální výživa je umělá výživa, která je aplikována například žaludeční sondou do zažívacího traktu. Pro všeobecnou sestru je nutné znát pomůcky k zajištění dýchacích cest, komplexní péči o dýchací cesty a specifika pro obsluhu přístrojové techniky. Taktéž je nezbytné znát pomůcky a specifika při podávání enterální výživy. K enterální výživě se standardně přistupuje, protože v porovnání s parenterální výživou, která je aplikována do cévního systému, stimuluje trofiku střev a snižuje systémový zánět. Každý úkon při péči o ventilovaného pacienta živěného enterální cestou musí být řádně promyšlen, aby se předešlo vzniku komplikací, které by pacienta mohly zásadně ohrozit na životě. Správně provedená péče o pacienta ze strany lékaře i sestry je nezbytná k omezení veškerých komplikací. Sestra s lékařem společně tvoří tým, kdy lékař je mozkiem operace a sestra je mu pravou rukou. Kooperace těchto dvou nepostradatelných článků v péči o pacienta je nezbytná. V dřívějších dobách tyto pacienty měli v rukou především lékaři, dnes jsou sestry nepostradatelnou součástí v komplexní péči o pacienta, protože nejen že obsluhují přístrojovou techniku, ale s pacientem tráví nejvíce času. S rozvojem medicíny narůstá zájem o léčbu, ale počet pacientů v kritickém stavu, kteří vyžadují hospitalizaci a vysoce specializovanou ošetrovatelskou péči na akutních lůžkách se zvyšuje. V dřívějších dobách by jejich šance na přežití a uzdravení byla minimální

nebo nulová. Výhodou postupu času je neuvěřitelný pokrok v medicíně jako takové i v technice samotné. Bez znalosti minulosti by nebylo možné pochopit současnost. Každé uplynulé století bylo kolébkou převratných objevů, které se tučným písmem vryly a promítly do ošetrovatelské péče o pacienta.

Cílem této bakalářské práce je přiblížit čtenáři historický vývoj technik a péče o pacienta s potřebou enterální výživy, pro něhož je nezbytná podpora dechu pomocí umělé plicní ventilace. Tato práce je teoretická a jejím výstupem je přehled provázanosti enterální výživy a umělé plicní ventilace.

# 1 ANATOMIE A FYZIOLOGIE

## 1.1 Anatomie a fyziologie respiračního systému

Hlavní funkcí dýchacích cest je výměna dýchacích plynů, a to kyslíku a oxidu uhličitého. Dýcháním si tělo zajišťuje přívod kyslíku ( $O_2$ ) k buňkám, které ho spotřebovávají v energetickém procesu. Současně se v rámci tohoto procesu oxid uhličitý ( $CO_2$ ) jakožto produkt metabolismu uvolňuje z těla ven. Dýchací cesty jsou rozděleny na horní a dolní cesty dýchací. Horní cesty dýchací tvoří dutina nosní, vedlejší dutiny nosní a nosohltan. Hltan je společnou částí dýchacího i trávicího systému. Jako dolní cesty dýchací označujeme části hrtan, průdušnici, průdušky, průdušinky a samotné plíce (Fiala, a další, 2015 str. 47; Mourek, 2012 str. 117).

Nos je tvořen kořenem, nosními kostmi a chrupavkami. Nozdrami (nares) volně přechází do dutiny nosní. Dutina nosní (cavum nasi) je vystlána cylindrickým řasinkovým epitelem, který zvětšuje plochu pro ohřev, očištění a zvlhčení vdechovaného vzduchu. Vlastní dutina nosní je rozdělena nosní přepážkou (septum nasi) na levou a pravou polovinu. Nosní přepážka bývá často mírně vychýlena k jedné straně. Přední jednu třetinu dutiny nosní tvoří chrupavky a zadní dvě třetiny jsou kostěné. Nozdrami vzduch putuje do dutiny nosní a pokračuje vnitřními nozdrami (choanes) dále do nosohltanu. Dutina nosní je ohraničena kostěnými výběžky horní čelisti, čelní a čichové kosti. Nosní a ústní dutinu odděluje tvrdé patro (palatum durum) (Dylevský, 2009 str. 219; Hansen, 2013 str. 270; Fiala, a další, 2015 str. 117).

Nosní dutina komunikuje i s přilehlými prostory v některých lebečních kostech, které nazýváme vedlejší dutiny nosní neboli paranasální sinusy. Jsou to dutiny tvořeny pneumatizovanými kostmi, vyplněnými vzduchem. Tyto dutiny jsou bohatě prokrveny a vystýlá je respirační epitel s řasinkami a hojným množstvím hlenových žláz, stejně tak jako celý vnitřek cest dýchacích. Úloha sliznice v dýchacích cestách je ohřívát, zvlhčovat a čistit vdechovaný vzduch předtím, než se dostane do plicních sklípků. Bohatá cévní síť napomáhá ohřevu vdechovaného vzduchu, zatímco řasinkový epitel společně s pohárkovými buňkami vzduch zvlhčují a zachytávají prachové částice na sekret, který se kmitáním řasinek posouvá směrem k dutině ústní, kde je následně vykašlán, či spolknut. Slizniční sekre-



ty z vedlejších dutin nosních jsou odváděny do dutiny nosní. Při smrkání se čistí jednak vedlejší dutiny nosní, jednak vlastní nosní dutina. Vedlejší dutiny nosní nemají přímou funkci, působí jako rezonanční prostory při tvorbě hlasu. (Hansen, 2013 stránky 268, 272; Čihák, 2013 str. 192; Mourek, 2012 str. 48)

Choany vzadu komunikují s nosohltanem (nasopharynx). Nosohltan je jednou ze tří částí hltanu. Hltan je svalová trubice dělená právě na tři části, a to na nosohltan, který je za vnitřními nozdrami a měkkým patrem, ústní část hltanu (oropharynx) ležící mezi měkkým patrem a kořenem jazyka a třetí částí hltanu je část hrtanová (laryngopharynx), jež se nachází přímo za příklopkou hrtanovou (epiglottis) a končí v místě proximálního jícnu. Na bočních stranách hltanu ústí do nosohltanu dvě Eustachovy trubice (tubae auditivae), spojnice mezi středním uchem a nosohltanem, jež mají za úkol vyrovnávat změny tlaku vzduchu ve středoušní dutině. V blízkosti obou ústí trubic se nachází nosohltanové mandle (tonsillae pharyngeae), které společně s mandlemi patrovými (tonsillae palatinae) a mandlí jazykovou (tonsilla lingualis) tvoří tzv. Waldeyerův lymfatický okruh, který zachycuje mikroorganismy, čímž vytváří bariéru proti infekci. (Fiala, a další, 2015 str. 102; Hansen, 2013 stránky 88,274,288; Hellings, a další, 2000)

Na hrtanovou část hltanu a proximální jícen naléhá zřepdu hrtan (larynx), který je při polykání uzavřen hrtanovou příklopkou (epiglottis). Jedná se o velmi významný reflex. Příklopka je otevřena pouze při dýchání. Svým tvarem lžice zabraňuje při polykání aspiraci sousta do dýchacích cest. „*U nedonošených novorozenců, starých lidí, v opilosti, nebo ve stavu bezvědomí je tento reflex oslaben a hrozí vdechnutí jídla, tekutiny či zvratků a nebezpečí udušení.*“ (Mourek, 2012 str. 48) Hrtan tvoří devět chrupavek, z nichž největší je chrupavka štítná (cartilago thyroidea), na níž se upínají hlasivkové vazy. Na štítnou chrupavku se napojuje chrupavka prstencová (cartilago cricoidea), ke které jsou připojeny trojboké hlasivkové chrupavky. Funkcí hrtanu je respirace (dýchání) a fonace (tvorba hlasu). (Hansen, 2013 str. 274; Čihák, 2013 str. 208; Mourek, 2012 str. 48)

Na prstencovou chrupavku dále navazuje průdušnice (trachea). Trachea vstupuje do hrudníku, kde se v oblasti kariny (carina tracheae), chrupavčité hrany tvaru kýlu, která se nachází ve výši Th 4 hrudního obratle dělí na pravou a levou hlavní průdušku (bronchus principales dexter et sinister). Toto místo dělení průdušnice označujeme jako bifurkaci (bifurcatio tracheae). Průdušnici tvoří hyalinní chrupavkové podkovy (cartilagine tracheales), jež jsou prolínány kolagenními a elastickými vlákny (ligamenta anularia). Pravý

bronchus je kratší, širší (vzhledem k objemnější pravé plíci) a vertikálnější (pokračuje téměř v ose trachey), zatímco levý bronchus je delší, užší a odstupuje pod úhlem, proto se častěji aspirovaná cizí tělesa dostanou do bronchu pravého, kam aspirované těleso snáze vklouzne. Pokračováním bronchů hlavních jsou bronchy lalokové (bronchi lobares), pravé tři a levé dva, které kyslíkem zásobují jednotlivé laloky plic. Dále navazují bronchy segmentové (bronchi segmentales), které přivádí a odvádí vzduch do jednotlivých plicních segmentů, kterých je na každé straně deset. „*Za segmentálními bronchy se dýchací cesty výrazně zužují a postupně ztrácejí jejich chrupavčitou kostru, čímž vznikají bronchioly a terminální bronchioly, které zásobují plicní lobuly. V plicních lobulech se respirační bronchioly (bronchi respiratorii) dělí na dukty (ducti alveolares), váčky (sacculi alveolares) a plicní sklípky (alveolis pulmonis), kde probíhá vlastní výměna plynů mezi vzduchem a krví.*“ (Hansen, 2013 str. 276) Plicní sklípky jsou vystlány buňkami respiračního epitelu, které známe pod termínem pneumocyty. Uvnitř alveolů se nacházejí tzv. prašné buňky (alveolární makrofágy), které zastávají čisticí funkce (Dylevský, 2009 str. 349).

Každá plíce je obalena tenkou blánou – poplicnicí (pleura visceralis), která v oblasti plicního hilu přechází v pohrudnici (pleura parietalis), jež vystýlá vnitřní povrch hrudního koše. Mezi listy pleury se nacházejí vzduchotěsné pleurální dutiny obsahující malé množství serózní tekutiny, která snižuje tření během dýchání. „*Na mediální straně každé plíce se nachází plicní stopka (hilum pulmonis), kudy do plic vstupují bronchy, velké cévy, nervy a lymfatické cévy.*“ (Hansen, 2013 str. 276) (Hansen, 2013 str. 276; Čihák, 2013 str. 245; Dylevský, 2009 str. 353)

## 1.2 Fyziologie dýchání

V 16. století italský anatom Realdo Colombo svým objevem malého nebo také plicního krevního oběhu zásadně přispěl k rozvoji fyziologie. (Dostál a kolektiv, 2014 str. 22) píše: „*Colombo popsál, že krev je vedena z pravé srdeční komory do plic, kde se zředí a smíchá se vzduchem, odtud pak teče do levé komory, odkud je téměř beze změny dále rozváděna arteriemi, jejichž roztažení je synchronní se srdečním stahem.*“ Roku 1628 anglický fyziolog William Harvey (1578-1657) ve svém díle „*Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*“ zmiňuje objev velkého krevního oběhu, čímž se zasloužil o následný vývoj fyziologie. Proces dýchání lze rozdělit na několik částí, tj. ventilace, distribuce, difuze a perfuze. Ventilace (vnější dýchání) je výměna dýchacích plynů mezi vnějším prostředím a plicními alveoly. Distribucí je míněno rozdělení vdechovaného vzduchu do jednotlivých alveolů, ale je nerovnoměrné a závisí na poloze, v níž se člověk právě

nachází. Difuzí (vlastní respirace, nebo také vnitřní dýchání) nazýváme výměnu  $O_2$  a  $CO_2$  mezi alveoly a krví a krví a tkáněmi. Perfuze je označení pro průtok krve plicním kapilárním řečištěm. Perfuzi plicní tkáně zajišťují bronchiální tepny, jež jsou součástí velkého oběhu. Perfuze v normální plíci je nerovnoměrná, transport dýchacích plynů do plic a z plic zajišťuje malý krevní oběh. (Mysliveček, a další, 2020 stránky 107, 112; Dostál a kolektiv, 2014 str. 22; Kapounová, 2020 str. 242)

Dechový cyklus je cyklicky opakující se děj, jehož frekvence je u dospělého člověka 12-16 dechů za minutu. Dýchání je regulováno z dechového centra, jež je tvořeno inspiračními a expiračními neurony. Toto centrum se nachází v prodloužené míše (medulla oblongata). Dýchací cesty vedou vzduch do plicní tkáně a z plicní tkáně ven z těla. Kromě toho zbavují vzduch mechanických nečistot. Extrarespirační funkcí dýchacího systému je fonace, obrana organismu pomocí reflexů, jež zajišťují průchodnost a očistu dýchacích cest (kašláním a kýcháním), regulace acidobazické rovnováhy (ABR) a čich. Kašláním a kýcháním považujeme za základní obranné reflexy dýchacích cest. Kýchání chrání horní dýchací cesty a lze vybavit podrážděním nosní sliznice. Kašel je obranným mechanismem dolních cest dýchacích. Představuje ochranu před aspirací cizího tělesa do trachey. Lze jej vybavit podrážděním tzv. tusigenních zón. Pokud bychom měli tento reflex oslabený nebo by zcela chyběl, nemohly by se dýchací cesty samy čistit. Oslabený reflex dýchacích cest mohou mít zpravidla pacienti v hlubokém kómatu, kteří jsou hospitalizováni na JIP, laryngectomovaní či pacienti po závažném operačním zákroku. (Mourek, 2012 str. 48; Mysliveček, a další, 2020 stránky 119-120; Dylevský, 2009 str. 351; Marková, a další, 2008 stránky 21-22; Tomek et al., 2018 str. 34)

Nádech (inspiration, inflace) je umožněn díky rytmickým kontrakcím dýchacích svalů, je to děj aktivní. Z oblasti C4 krční míchy stimulují motoneurony bránici (diaphragma), hlavní dýchací sval. Bránice je plochý sval oddělující dutinu hrudní od břišní dutiny. Pohybu při normálním klidném dýchání se účastní i vnější mezižební svaly (mm. intercostales externi) a některé svaly krku (mm. scaleni), které pohybují horními žebry a tím zajišťují rozvinutí hrudního koše, žebra se vytácejí při nádechu do stran a dopředu. Pomocné svaly, mezi něž patří svaly, které se shora upínají na žebra nebo na nich začínají a upínají se na pletenci či pažní kosti, jsou aktivovány jen tehdy, pakliže dochází k intenzivnímu usilovnému dýchání nebo při dechové tísní. Jsou to svaly prsní, podklíčkové, zdvihači hlavy. Usilovné exspirium pomáhají zajistit břišní svaly a vnitřní mezižební svaly. Ač svaly faryngu nepatří mezi dechové svalstvo, hrají důležitou roli v udržení vol-

ných, tedy průchodných dýchacích cest především v supinační poloze (vleže na zádech). Při nádechu činností dýchacích svalů vzniká v hrudní dutině podtlak, jenž rozpíná plíce, do nichž je nasáván vzduch. Bránice jde při nádechu dolů přibližně o 1 cm, při usilovném nádechu jde dolů přibližně o 10 cm. (Čihák, 2013 str. 252; Mourek, 2012 stránky 48, 49; Mysliveček, a další, 2020 str. 110; Dostál a kolektiv, 2014 str. 57)

Výdech (expirium, deflace) je dějem pasivním, přičemž je zahájen smrštěním plic a relaxací týchž svalů. Bránice je vytlačena orgány dutiny břišní zpátky do své původní polohy a žebra se taktéž vracejí zpět. Při tomto ději se uplatňuje hlavně pružnost plic, hrudní stěny a hmotnost hrudníku. Vzduch putuje ve směru tlakového gradientu a proudí ven z plic do okolní atmosféry. (Mourek, 2012 str. 49; Kapounová, 2020 str. 242)

Odkysličená krev z pravé komory srdeční přitéká cestou plicnice (a. pulmonalis) do plic. V plicních alveolech probíhá výměna plynů mezi vzduchem a krví. Plicní žíly (vv. pulmonales) sbírají okysličenou krev z plic a vracejí ji do levé síně srdeční, odkud je aortou pumpována do systémového oběhu. *„Kyslík difunduje z alveolů do erytrocytů, kde se váže na hemoglobin. Zároveň je z erytrocytů odevzdáván CO<sub>2</sub>, který přechází zpět do alveolů a je následně vydýchán. Téměř většina O<sub>2</sub> přiváděného krví do tkání je vázána na hemoglobin. Pouze malá frakce je rozpuštěna a transportována plazmou.“* (Hansen, 2013 str. 278) *„Kyslík se váže na molekulu železa obsaženou v hemoglobinu. Sloučenina kyslíku a hemoglobinu se nazývá oxyhemoglobin. Vzájemný vztah O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> v krvi je takový, že oba plyny se ve vazbě vzájemně podporují, tzn. stoupá-li množství CO<sub>2</sub> v krvi, uvolňuje se O<sub>2</sub> do tkání, klesá-li množství O<sub>2</sub> v krvi, krev váže větší množství CO<sub>2</sub>.“* (Dylevský, 2000 str. 230; Hansen, 2013 str. 278)

Objemy plic u dospělého člověka je pro nás stejně jako anatomii a fyziologii důležité znát. Dechový objem, jehož součástí je i mrtvý prostor činí přibližně 500 ml vzduchu, zatímco anatomický mrtvý prostor cca 150-200 ml, tento se na výměně plynů nepodílí. S klidovou frekvencí 15 dechů/min je minutová ventilace přibližně 7,5 litru. Po ukončení výdechu je možno vydechnout ještě přibližně 1700 ml vzduchu, toto považujeme za tzv. expirační rezervní objem. Po ukončení klidného nádechu lze nadechnout ještě přibližně 3000 ml vzduchu – tento parametr označujeme jako inspirační rezervní objem. Reziduální objem znamená, že po maximálním výdechu v plicích zůstává ještě cca 1200 ml vzduchu. Vitální kapacitou se rozumí dechový objem spolu s inspiračním a expiračním rezervním objemem tzn. přibližně 4600 ml. Celkovou kapacitu plic můžeme vyjádřit jako vitální ka-

pacitu a reziduální objem, které společně činí cca 6-6,5 l. Funkční reziduální kapacita je množství vzduchu, jež zůstane v plicích po klidném výdechu a to přibližně 2300 ml. Inspirační kapacita, tedy to co jsme na jeden nádech schopni nadechnout je přibližně 3500 ml. (Kapounová, 2020 stránky 242, 243; Marková, a další, 2008 str. 21)

### 1.3 Anatomie a fyziologie trávicího systému

Trávicí trakt počínaje ústní dutinou a konče řitním otvorem je tvořen sliznicí (tunica mucosa) vystlanou trubicí. Ke gastrointestinálnímu traktu řadíme žlázy slinné, největší žlázu lidského těla játra (hepar) a slinivku břišní (pankreas). Tyto žlázy pomáhají štěpit a metabolizovat potravu. „*Kromě příjmu, zpracování a vstřebávání potravy se může GIT uplatnit i v udržování ABR a ochraně organismu proti cizorodým látkám.*“ (Mysliveček, a další, 2020 str. 139) (Hansen, 2013 str. 282; Mysliveček, a další, 2020 str. 139; Dylevský, 2009 str. 308)

Dutina ústní (cavum oris) vybavena jazykem (lingua), zuby (dentes) a slinnými žlázami (glandulae salivariae) představuje první úsek trávicího traktu. Dutina ústní je vně ohraničena rty (labiae oris) a tvářemi (buccae). Vlastní dutina ústní (cavum oris propria) je ohraničena tvrdým a měkkým patrem (palatum durum et mole), vyplňuje ji kromě zubů a jazyka také dásně (gingiva). Žvýkáním sousta je potrava mechanicky nadrcena a postupně mísená se slinami. Výměšky slinných žláz jednak zajišťují lubrikaci a ochranu sliznic před poškozením, jednak první fázi trávení přijatého sousta. Sliny se tvoří permanentně v množství asi 1,5-2 litry/24 h. Jazyk pomáhá přijaté sousto posunout dále do hltanu, díky receptorům umožňuje vnímat chuť a také se významně uplatňuje při tvorbě hlásek. Sliny umožňují zvlhčit přijaté sousto, současně zvlhčují sliznici v dutině ústní. Díky slinám dochází k prvnímu trávení přijaté potravy. Sacharidy štěpí škrob  $\alpha$ -amyláza a tuky štěpí lipáza. Sliny umožňují podráždění chuťových receptorů po rozpuštění stimulačních látek a rozředí látky dráždivé povahy. Sliny jsou vylučovány podjazykovou (gl. sublingualis), příušní (gl. parotis) a podčelistní žlázou (gl. submandibularis). Sympatikus zajišťuje serózní sekreci slin, parasympatikus zahajuje mucinózní sekreci. (Fiala, a další, 2015 stránky 98, 100; Mourek, 2012 stránky 87, 88; Dylevský, 2009 stránky 307, 311; Mysliveček, a další, 2020 str. 141)

Epitel v jednotlivých úsecích trávicího traktu je přizpůsoben dle funkce příslušného orgánu. „*V dutině ústní, v ústní části hltanu a v jícnu je mechanicky velmi odolný a rychle*

*se obnovující vícevrstevný dlaždicový epitel.*“ (Dylevský, 2009 str. 308) Hltanem prochází potrava do jícnu a vdechovaný či vydechovaný vzduch proudí z nosní nebo ústní dutiny do hrtanu. Uvnitř je hltan vystlán mnohvrstevným dlaždicovým nerohovějícím epitelem, který jej chrání během polykání. Hrtanová část hltanu se dopředu otevírá do hrtanu a nazad pokračuje jako jícen. Svaly hltanu a měkkého patra se významně účastní při polykání a mluvení. K polykání nedochází jen při konzumaci potravy nýbrž i mezi jídly. Ve fázi, kdy je sousto řádně rozžvýkáno, dojde k jeho polknutí. *„Polykání je složitý děj. Posun sousta jazykem dozadu vede k mechanickému podráždění měkkého patra a kořene jazyka, což vyvolá polykací reflex. Při tomto procesu je sousto (bolus) tlačeno dozadu a dolů, současně se zdvihá měkké patro a odděluje hltan od dutiny nosní. Až do tohoto okamžiku jsou tyto pochody ovládány naší vůlí, dále již nemůžeme zabránit následujícím krokům polykacího reflexu.*“ (Mourek, 2012 str. 88) Tento velmi složitý reflex je ovládán hlavovými nervy (nervus vagus X. a nervus glossopharyngeus IX.) vycházejícími z prodloužené míchy. Dalším reflexním dějem je otevření vstupu do jícnu relaxací dolního jícnového svěrače (DJS). Pakliže k reflexu nedojde, sousto putuje místo do jícnu do dýchacích cest – tento jev nazýváme aspirace. Výjimku tvoří kojenci, kteří mohou současně polykat mléko a dýchat. Pakliže dojde k porušení centra polykání v prodloužené míše, pacient nedokáže polykat. Tento stav nazýváme bulbární paralýza. (Fiala, a další, 2015 stránky 102, 103; Mourek, 2012 str. 88; Mysliveček, a další, 2020 stránky 141, 143; Dylevský, 2009 str. 308)

Jícen (oesophagus) je pokračováním hltanu. Jícen je trubicovitý orgán tvarem podobný nálevce. Horní třetinu tvoří příčně pruhovaná svalovina, střední třetina obsahuje hladkou i příčně pruhovanou svalovinu, dolní třetina jícnu je tvořena pouze ze svaloviny hladké. Pakliže zrovna nedochází k přijímání potravy, stěny jícnu jsou přiloženy k sobě. *„Svalová vlákna tvoří zevní longitudinální a vnitřní cirkulární svalovou vrstvu. Jejich správnou kontrakci je zajištěn přesun sousta peristaltickou vlnou do žaludku. V oblasti žaludečního ústí se hladká svalovina jícnu ztlušťuje a vytváří dolní jícnový svěrač (DJS). Normálně je klidový tonus DJS vysoký, čímž je zabráněno refluxu kyselého žaludečního obsahu do jícnu.*“ (Hansen, 2013 str. 288) Abdominální část jícnu ústí do oblasti žaludku zvané kardiie (pars cardiaca ventriculi). Vzdálenost kardiie od zubního oblouku je cca 40 cm, je to důležité příkladně při zavádění nasogastrické sondy, kdy k určení délky sondy měříme vzdálenost od špičky nosu pacienta k ušnímu lalůčku, až po dolní konec sternu. (Dylevský, 2000 stránky 265, 266; Hansen, 2013 str. 288; Lukáš, a další, 2007 str. 39; Fiala, a další, 2015 str. 104)

Žaludek je vakovitý orgán tvořen hladkou svalovinou, promítá se v levé brániční klenbě. Jeho hlavní úlohy jsou mechanická a chemická úprava potravy, štěpení živin a také ochrana organismu před infekcí. „Žaludek zahajuje hlavní enzymatické trávení potravy v polotekutou směs zvanou chymus, který je následně ze žaludku vypuzován do duodena. Sliznice žaludku je složena ve velké longitudinální řasy (*plicae gastricae*) a v několik tisícovek mikroskopických řas a krypt (*foveolae gastricae*), které jsou vystlány obnovujícím se jednovrstevným řasinkovým epitelem. Do dna těchto krypt ústí žaludeční žlázy (*gll. gastricae*), které obsahují čtyři typy buněk: hlenové buňky produkující hlen, hlavní buňky, které produkují pepsinogen, krycí buňky, které produkují kyselinu chlorovodíkovou (HCl) a vnitřní faktor a endokrinní buňky produkující hormony.“ (Hansen, 2013 str. 292) Všechny tyto buňky napomáhají při trávení a štěpení chymu. V místě přechodu žaludku do duodena se nachází svěrač (m. sphincter pylori), kterým je trávenina protlačena do duodena. (Hansen, 2013 str. 292; Mysliveček, a další, 2020 stránky 143, 144)

Tenké střevo (*intestinum tenue*) má tři části a to duodenum, jejunum a ileum. Má velkou sekreční a absorpční plochu díky přítomnosti cirkulárních řas (*plicae circulares Kerckringi*), klků a mikrokلكů. Do duodena ústí Vaterská papila (*papilla Vateri/ papilla duodeni*), jež přivádí k chymu pankreatickou šťávu ze slinivky břišní a žluč z jater. V tenkém střevě dochází k trávení pomocí těchto šťáv, peristaltických pohybů, a vstřebávání živin do krevního (portálního) oběhu cestou vena portae. Ke vstřebávání vody dochází hlavně v tenkém střevě. Ileum ústí do slepého střeva (*caecum*) prostřednictvím ileocekální chlopně (*valvula ileocaecalis/ Bauhinská chlopeň*). Tlusté střevo od céka pokračuje nahoru tračníkem vzestupným (*colon ascendens*), navazuje tračník příčný (*c. transversum*), tračník sestupný (*c. descendens*), esovitá klička (*c. sigmoideum*) a končí konečníkem (*c. rectum*). Hlavní funkcí tlustého střeva je reabsorbovat vodu z chymu, v neposlední řadě vstřebávat některé látky a nepotřebné látky z těla vyloučit ven. (Dylevský, 2009 stránky 324, 325; Mourek, 2012 stránky 91, 93, 96; Mysliveček, a další, 2020 stránky 146, 147, 153)

## 2 UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE

*„Umělá plicní ventilace (dále UPV) je podpora respiračního systému, při níž přísun plynů do plic zajišťuje přístroj. Při UPV je docíleno posílení nebo náhrady respiračního výkonu, jež může být krátkodobá nebo dlouhodobá. Indikací k zahájení UPV je ventilační, popřípadě ventilační a oxygenační selhání dýchání. K všeobecným cílům ventilační terapie řadíme dosažení akceptovatelných parametrů oxygenace a ventilace a omezení nežádoucích účinků dechové podpory, především omezení nežádoucích účinků na plíce.“* (Bartůněk, a další, 2016 str. 227)

### 2.1 Cíle a indikace umělé plicní ventilace

Umělá plicní ventilace neřeší příčinu onemocnění, nýbrž umožňuje překlenout danou dobu kritického onemocnění. Cílem UPV je dosažení akceptovatelných ventilačních a oxygenačních parametrů a snaha současně omezit negativní účinky na plíce. Ventilační podporou chceme dosáhnout snížení dechové práce, zvýšit plicní objem, podpořit výměnu plynů v plicích a tím zlepšit alveolární ventilaci a arteriální oxygenaci. Mezi důvody k zahájení dechové podpory můžeme zařadit zvládnutí respirační acidózy, prevenci vzniku a odstranění atelektáz, zvládnutí hypoxemie, nebo v neposlední řadě snížení únavy dýchacího svalstva. Zvrat dechové tísně je také jedním z cílů pro zahájení dechové podpory. Dušnost bývá označována jako subjektivní pocit ztíženého dýchání až nedostatku vzduchu. (Marková, a další, 2008 str. 22) uvádí: *„Příčina dušnosti nemusí být jen v dýchacím ústrojí. Podle příčiny dušnost dělíme na dušnost u onemocnění dýchacích cest, plic a hrudní stěny, dušnost kardiálního původu a dušnost psychogenní či na podkladě onemocnění mimo hrudník. Respirační dušnost může být pociťována buď při vdechu nebo výdechu. Podle toho ji dělíme na inspirační či expirační. Bývá doprovázena stridorem neboli hlasitým dýcháním. Příčinou inspirační dušnosti může být obstrukce horních cest dýchacích z důvodu zánětu, alergie, nádoru, či jiného patologického stavu, který způsobuje obturaci horních dýchacích cest. Expirační dušnost se projevuje při obstrukci dolních dýchacích cest. Je typická například při průduškovém astmatu.“* (Bartůněk, a další, 2016 str. 227)

UPV taktéž využíváme ke snížení nitrolebního tlaku, pokud je potřeba stabilizovat hrudní stěnu či v perioperační péči k umožnění celkové anestézie a uvedení pacienta do hluboké analgosedace. Respirační insuficience či selhání je taktéž jednou z indikací



k zahájení UPV. Pokud se u pacienta prohloubí porucha vědomí nebo je dechová frekvence méně než 8 dechů za minutu, může se jednat o útlum dechového centra a je nutno zahájit zajištění DC intubací s následnou řízenou ventilací. K respirační insuficienci může dojít při oxygenačním selhání (selhání plic), nebo důsledkem ventilačního selhání (selhání pumpy). Při oxygenačním selhání se obvykle zvyšuje dechová práce, současně se i navyšuje spotřeba kyslíku dýchacím svalstvem, která může dosahovat až na 25 % celkové spotřeby O<sub>2</sub> v organismu. Za normálních podmínek spotřeba kyslíku dýchacím svalstvem je 2-5 % z celkové spotřeby O<sub>2</sub>. (Kasal a kol., 2004 str. 120) uvádí: „*Při excesivním zvýšení dechové práce může dojít k rozvoji ventilačního selhání pro únavu dýchacího svalstva nebo celkové zhroucení kardiopulmonální homeostázy. Vhodně volená UPV vede ke snížení dechové práce, snížení spotřeby kyslíku, a tím i nároků kladených na kardiovaskulární systém.*“ Pokud se pacient nenachází v akutním stavu, rozhodnutí, zda bude UPV indikována závisí na zhodnocení celkového stavu pacienta v čase, charakteristice nynějšího onemocnění a zda pacient odpovídá na konzervativní léčbu či nikoli. Lékař nejčastěji hodnotí parametry oxygenace, plicní mechaniky a ventilace pacienta spolu s vyhodnocením stupně dechové tísně. (Kasal a kol., 2004) uvádí, že před zahájením umělé plicní ventilace, musí být zvaženo, pokud je dechová frekvence vyšší než 35 nádechů za minutu, pokud dojde k apnoe, vitální kapacita je nižší než 10-15 ml/ kg, nebo pokud je plicní zkrat větší než 15-20 % ( $Q_s/Q_t > 15-20\%$ ). Hodnota Q<sub>s</sub> nám udává průtok krve plicním řečištěm, přičemž krev nebyla okysličená a hodnota Q<sub>t</sub> nám ukazuje celkový průtok krve v plicním řečišti. Dle Kasala musíme indikaci k ventilační podpoře zvažovat, pakliže je parciální tlak kyslíku (PaO<sub>2</sub>) v arteriální krvi nižší než 9 kPa, a též pokud je parciální tlak oxidu uhličitého (PaCO<sub>2</sub>) v arteriální krvi vyšší než 7,5 kPa po čas respirační acidózy. Při respirační acidóze je pH krve nižší než 7,2. Bartůněk se v tomto názoru rozchází s Kasalem v některých hodnotách měřených parametrů. Bartůněk s dalšími píše, že PaO<sub>2</sub> při oxygenaci by měla být nižší než 8 kPa a současně při ventilaci by měl být PaCO<sub>2</sub> vyšší než 8 kPa. Dále Bartůněk s kolektivem píše o tom, že před indikací k UPV hodnotíme i stav vědomí pacienta pomocí Glasgow Coma Scale (GCS). Pokud je GCS méně než 8, je to rovněž jeden z parametrů pro zajištění dýchacích cest a případné zahájení UPV. Také pokud má pacient vážné kraniocerebrální poranění, bývá zpravidla ventilační podpora indikována. Výjimkou, kdy na výše uvedené hodnoty nebereme zřetel jsou urgentní stavy, při nichž se zahájí UPV ihned jak je potřeba, příkladně u těžkého levostranného selhání srdce, při těžkém šokovém stavu či vyčerpání pacienta. (Bartůněk, a další, 2016 str. 227; Kasal a kol., 2004 stránky 120,121; Frei a kol., 2015 stránky 31,32; Piřha, a další, 2017 stránky 60, 61);

## 2.2 Historie umělé plicní ventilace

Vývoj umělé plicní ventilace sahá až do nejrannějších dob. Péče o pacienta se vždy přizpůsobovala anatomii a fyziologii, která postupem věků byla zkoumána a objevena.

### 2.2.1 Starověk

Prvopočátky zajišťování dýchacích cest máme možnost vidět na obrázcích z bitvy u Kadeše z roku 1275 před Kristem, kde je znázorněn manévr záklonu hlavy s předsunutím dolní čelisti, který dnes používáme ke zprůchodnění DC a jenž nazýváme Esmarchovým hmatem. Dle dochovaných hebrejských pramenů existují zmínky o ožívání člověka a použití metody dýchání z úst do úst jako podpory ventilace. V roce 356 před Kristem Homér zmiňuje otevření průdušnice řezem, aby ulevil dusícímu se člověku, byl to náznak dnešní tracheotomie. Prehistoricky v antické medicíně jeden z nejznámějších starověkých lékařů Galénos (131-210), jenž působil především ve starém Římě, ve svých experimentech věnoval pozornost zkoumání nitrohrudních orgánů in vivo neboli „v živém“. Popsal metodu za použití dmýchacího měchu, kdy jej použil k nafouknutí plic u mrtvého zvířete. Galénos by zřejmě nebyl daleko od vynálezu UPV, pokud by použil onu metodu při experimentech s otevřeným hrudníkem in vivo. První popisy tracheostomie se objevují ve starých hinduistických písmech kolem roku 2000 př. n. l. a v egyptských dokumentech kolem roku 1500 př. n. l. Od té doby se tracheostomie jako život zachraňující zákrok objevuje v dalších zprávách o zvířatech a lidech. Po dobu 1500 let nebylo povědomí o ventilaci jako takové v žádné napříč vědami. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 14-19; Slutsky, 2015)

### 2.2.2 Středověk

Ve středověku v západokřesťanském i byzantském světě byla všeobecně přijímána Galénova koncepce, ač Galénos nedošel k provádění umělé plicní ventilace. V této době došlo k ustrnutí v oblasti lidského poznání. Neplatilo to ovšem pro arabskou kulturu. Ve vrcholném středověku byla arabská věda a medicína té doby na svém vrcholu. Snaha byla nejen o přebírání poznatků z řecké medicíny, ale i o její rozvoj. Tou dobou nejslavnějším lékařem a filozofem byl Abu Ali AlHussein Ibn Abdallah Ibn Sinna, latinsky řečený Avicenna (980-1097). Ve svém díle „*Kánon medicíny*“ popsal první provedení tracheální intubace. Abu Bakr AlRazi, latinsky řečený Rhazes (864-930) se taktéž zabýval problematikou zajištění dýchacích cest a udával myšlenku o použití tracheotomie. Mnozí z arabských lékařů se tyto metody snažili aplikovat na zvířata i lidi. Avenzoar (1091-1162) popisuje experiment tracheotomie na koze, které provedení této metody zajistilo přežití. Lékař Saleh

Ibn Bahla si povšiml u pacienta, kterého považovali za mrtvého reakce na bolestivé podněty, a tak se jal zahájit umělou plicní ventilaci pomocí dmýchacího měchu, přičemž vháněl vzduch do pacientova nosu, díky této metodě pacienta přivedl k životu. Ona událost zůstala bez povšimnutí, a tak se vývoj zcela pozastavil. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 18-19)

### 2.2.3 Renesance

Až v dobách Renesance to celé vlámský profesor anatomie Andreas Vesalius (1514-1564) změnil. Vesalius zmiňoval myšlenku možného použití dmýchacího měchu k ventilaci, mimo jiné i k oživení zdánlivě zesnulých lidí. Vesalius navázal na Galénovy experimenty a začal používat metodu k zajištění dýchacích cest pomocí tracheotomie u zvířat, později došel až k provádění vlastní umělé plicní ventilace, kdy se mu podařilo oživit prasnici metodou vdechování vzduchu skrze stéblo rákosu, jenž bylo zavedeno technikou tracheotomie do průdušnice. Ve Vesaliově odborném spisu „De Humani Corporis Fabrica“ odkázal na zmínku o plicní ventilaci pozitivním přetlakem, jak ji známe dodnes. Zmínil, že k obnově dýchání je zapotřebí strčit do průdušnice stéblo či rákos a do něj dýchat, plíce se začnou roztahovat a znovu nabudou vzdušnosti. Tato technika popisuje, jak se dnes v intenzivní medicíně provádí tracheostomie, zavede se tracheostomická kanyla a aplikuje se plicní ventilace pozitivním přetlakem. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 20-22; Slutsky, 2015)

### 2.2.4 17. století

V díle „*De motu locali animalium*“ z roku 1627 William Harvey (1578-1657), objevitel krevního oběhu, zmiňuje onu Vesaliovu metodu UPV, kdy kohoutovi oddělil hlavu a podvázal arterie a následně prováděl umělé dýchání. Robert Hook (1635-1703) si chtěl prověřit Galénovu hypotézu, že plíce jsou nezbytné k životu a v roce 1664 demonstroval oživení psa za pomoci umělé ventilace. Zvíře bylo ventilováno měchem, který byl připojen k trubici, jež byla přes tracheotomii zavedena do trachey. Od doby, kdy se podařilo Vesaliovi popsat techniku UPV bylo zapotřebí, aby uplynulo nejméně sto let, aby byla objasněna základní fyziologie pochodů v nitrohruďní dutině. Do té doby nebyla tato informace všeobecně rozšířena mezi lékaře. Metoda UPV v 17. století začínala již být lékařské veřejnosti známa. (Dostál a kolektiv, 2014 str. 22)

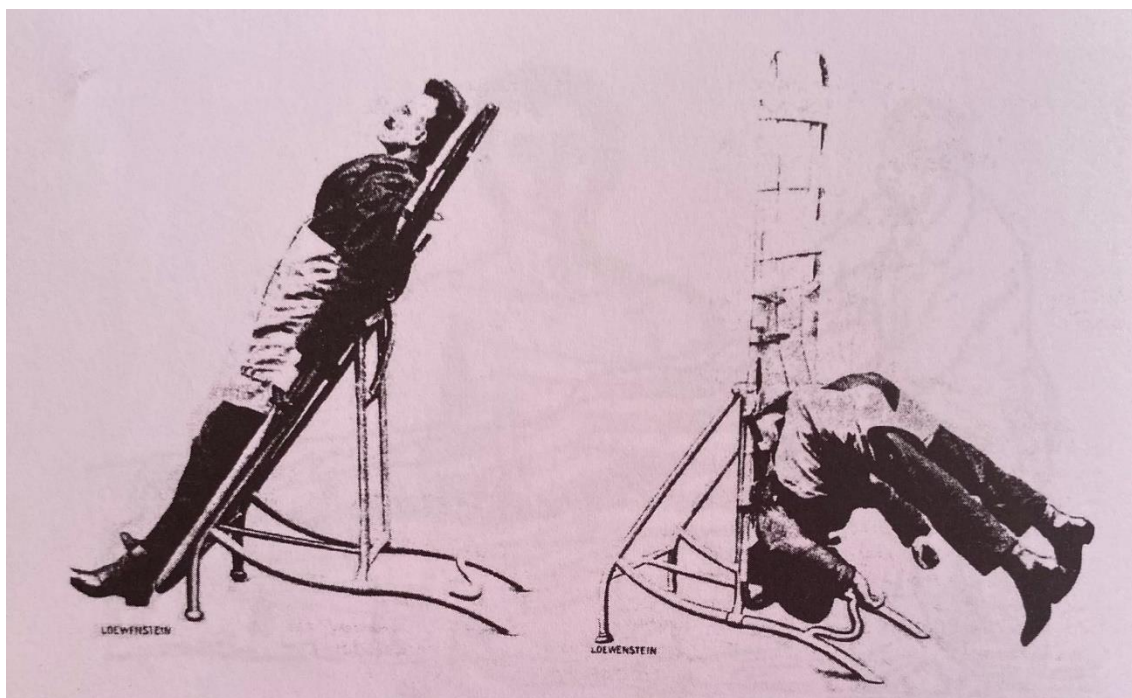
### 2.2.5 Osvícenství

S příchodem 18. století byla popsána metoda záchrany osoby pomocí dýchání z úst do úst. Taktéž začal být větší zájem o techniky zajištění dýchacích cest a UPV, když v období zámořských objevů a rozvoje lodní dopravy začalo docházet k úbytku populace. Nejčastější příčinou smrtelných úrazů tehdy bylo tonutí. V dobách Osvícenství začali lidé praktikovat záchranu života přehozem zachraňované osoby přes koňský hřbet, koně uvedli v klus, což způsobilo cyklický tlak na hrudník. Využívaly se i podivné metody jako například použití fumigátoru, kdy byl pacientův konečník nafukován tabákovým kouřem z něj. Od této metody bylo upuštěno až v roce 1811, kdy Benjamin Brodie prokázal svým výzkumem, že tabákový kouř škodí lidskému organismu. Mimo jiné, využívala se i metoda válení těla kříšeného na sudu, kdy byl zachraňovaný uložen v pronační polohu na sud a zachránce jej rytmicky válel tlakem a tahem za dolní končetiny dopředu a zpět, čímž docházelo ke střídavému stlačování hrudníku, což umožňovalo za příznivých podmínek určitou výměnu vzduchu v plicích. *„Aktivní byla exspirace zajišťovaná tlakem aplikovaným na hrudník buď pomocí vlastní váhy těla zachraňovaného nebo rukou zachránce. Tento způsob dýchání byl podstatou pozdějších manuálních technik UPV. Literární zmínky svědčící pro zvýšenou pozornost věnovanou průchodnosti dýchacích cest a možnosti UPV u tonoucích pocházejí již z první poloviny 18. století. V roce 1714 doporučoval Detharding provedení tracheotomie u zdánlivě utonulých. V roce 1740 vydala pařížská Académie des Sciences „Avis concernant les personnes noyées, qui paraissent mortes“, v němž doporučila dýchání z úst do úst jako nejlepší metodu pro oživení zdánlivě utonulých.“* (Dostál a kolektiv, 2014 str. 25) Roku 1744 britský chirurg William Tossach poprvé vědecky popsal úspěšnou resuscitaci za pomoci UPV. Tossach za použití metody insuflace vzduchu do plic technikou dýchání z úst do úst oživil horníka uhelného dolu a zřejmě byl jako první, kdo podal lékařskou zprávu o použití oné metody u dospělého člověka. Dalším, kdo v první polovině 18. století zmínil použití UPV při lecjakých nehodách spojených s dušením byl John Fothergill. Ve svém díle *„Observations on a case published in the last volume of the Medical Essays Etc. of recovering a man dead in appearance, by distending the lungs with air“* poukázal na výhody techniky užití dýchání z úst do úst oproti metodě za použití dmýchacího měchu. V díle zmínil, že technika dýchání z úst do úst skýtá daleko menší riziko poranění plic než za použití měchu, protože dechové úsilí zachránce je pro organismus zachraňovaného daleko přirozenější nežli použití měchu. Také říkal, že vlhkost a teplota lidského dechu mohou lépe podporovat cirkulaci vzduchu nežli chladný vzduch, který vyfukuje měch. V roce 1794 se setkáváme s dílem holandských autorů lékaře Johna Herholta

da a botanika Carla Rasna „*Live saving measures for drowning persons and information of the best means by which they can be brought back to life*“, v níž píše o použití techniky dýchání z úst do úst, kde zdůrazňují nejprve vyčištění dýchacích cest a poté stlačení nosu během dýchání do plic. Diskutovali taktéž o možnosti zprůchodnění DC užitím tracheální rourky. U nás se zasloužil o zmínku o dýchání z úst do úst hrabě Leopold Berchtold (1759-1809), jenž se zajímal o přírodovědu a lékařství. Společenský vývoj v 18. století směřoval k vědeckému poznání, a tak i v této oblasti vzrostl odborný zájem o kříšení a resuscitaci. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 23-27; Slutsky, 2015)

### **2.2.6 19. století**

V první polovině 19. století roku 1827 Leroy d'Etoile při pokusech na zvířatech prokázal, že ventilovat pozitivním přetlakem může způsobit závažné komplikace jako například tenzní pneumothorax, rupturu alveolů či emfyzém. Roku 1837 tuto metodu britská organizace The Royal Humane Society stáhla z resuscitačních doporučení, a tak se od technik UPV pozitivním přetlakem upustilo, a používaly se výhradně manuální techniky komprese hrudníku. Avšak účinnost těchto technik limitovala absence zajištění DC. Určitou průchodnost DC a drenáž sekretu tehdy zajišťovala pronační poloha při užití některých kompresních technik. Tyto techniky se prováděly po celé 19. století až do první poloviny 20. století. Užívaly se spíše manuální techniky pozitivního i negativního vnějšího tlaku na hrudník. Za zmínku stojí práce chirurga Johna Erichsena z roku 1847 „*An experimental inquiry into the pathology and treatment of asphyxia*“ v níž popisuje vytvoření zařízení, kterým bylo možno provádět UPV. Za pomoci pístové pumpy vháněl vzduch do pacientových plic přes kanylu zavedenou do pacientova nosního průduchu. Doporučoval uskutečňovat ventilaci o frekvenci 10 dechů za minutu. S rozvojem hrudní chirurgie se objevily jak techniky kontrolované UPV pozitivním přetlakem, tak i vývoj těsnící tracheální rourky. Aby bylo možno dosáhnout ventilace přetlakem v dýchacích cestách, pacient musel mít kolem svého těla podtlak. Aplikoval se tedy negativní tlak kolem hrudníku pacienta. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 28-31, 37-38)



*Obrázek 1: Umělá plicní ventilace pomocí cyklického tlaku na bránici uplatněním gravitace (překlápěcí metoda)*

*Zdroj: Základy umělé plicní ventilace, Dostál a kolektiv str. 35*

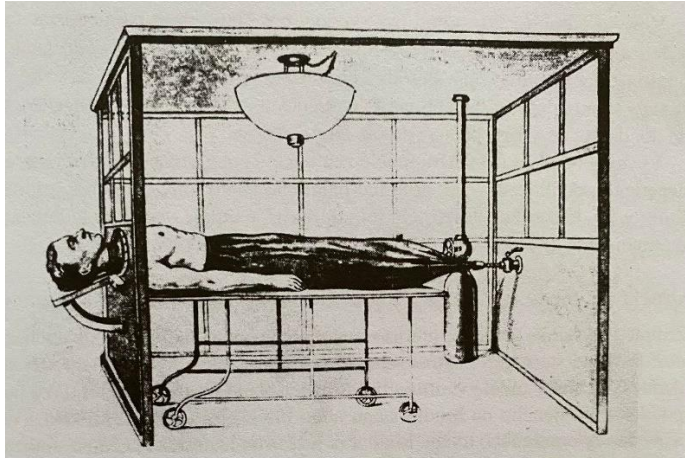
### **2.2.7 Přelom 19. a 20. století**

Francouzský lékař Armand Trousseau (1801-1867) uvádí 200 pacientů trpících záškrtem, kteří byli zachráněni tracheostomií. Byl prvním lékařem, který praktikoval tracheotomii při záškrtu a doporučil torakocentézu k odstranění vzduchu a tekutiny z pleurálního prostoru. Roku 1864 Alfred E. Jones sestrojil dutinový ventilátor, který měl být nápomocen u léčby pacientů s paralýzou, astmatem, dyspepsií i hluchotou. Ventilátor pracoval na principu vnějšího negativního tlaku. Jeho předchůdce John Dalziel Drumlanrig jako první v roce 1832 zmínil myšlenku o použití UPV za pomoci přerušovaného vnějšího negativního tlaku na hrudník. Věřil, že u pacienta, u něhož dojde k útlumu dechu pomůže aplikace subatmosférického tlaku na tělo a dojde tak k úlevě od potíží. Na počátku 70. let 19. století provedl německý chirurg Friedrich Trendelenburg (1844-1924) první endotracheální anestezii u člověka. Rakouský lékař Ignez Hauke s berlínským profesorem Waldenburgerem ventilovali pacienta pomocí gumové obličejové masky. Roku 1874 Ignez Hauke vyvinul první kyrysový respirátor tzv. „Der Pneumatische Panzer“. Pacientova přední i zadní strana hrudníku byla uzavřena v kyrysu, který byl složen ze dvou skořepin a lemován gumovými okraji, aby nedošlo k úniku podtlaku z něj. Pokud byl v průběhu nádechu v kyrysu podtlak,

jednalo se o asistovanou ventilaci. Hauke též vyvinul celotělové podtlakové ventilátory pro děti. Umělou ventilaci prováděli u pacientů s atelektázou, emfyzémem či pneumonií. William Macewen v roce 1878 ohlásil první elektivní endotracheální intubaci za účelem anestezie. U pacienta, u něhož byla plánována resekce epitelomu v ústech místo tracheostomie provedl tracheální intubaci, aby zabránil obstrukci dýchacích cest a aspiraci krve do plic během anestezie. Později Rosenberg a Kuhn podávali kokain jako lokální anestetikum k obturování kašlacího reflexu během intubace. *"V roce 1887, tedy šedesát let poté, co Leroy d'Etoile zveřejnil práci o škodlivosti ventilace pozitivním přetlakem, publikoval George Edward Fell v Buffalo článek „Forced Respiration In Opium Poisoning – Its Possibilities, And The Apparatus Best Adapted To Produce It”. Šlo o rehabilitaci metody ventilace pozitivním přetlakem. Měch zařízení byl poháněn rukou, později ve snaze o její uvolnění nohou. Fell též doporučoval, že měch by měl být poháněn elektromotorem. Vzduch byl původně vháněn hadicí do gumové obličejové masky přiložené na ústa i nos pacienta. Později Fell spojil svůj dýchací přístroj s laryngeální kanylou, kterou vyvinul newyorský lékař Joseph O'Dwyer, zabývající se problematikou asfyktického stadia krupu a laryngeálního záškrtu. Spojením obou vynálezů tak vznikl Fellův-O'Dwyerův aparát. Použitím laryngeální kanyly bylo značně sníženo riziko neprůchodnosti dýchacích cest a insuflace žaludku."* (Dostál a kolektiv, 2014 str. 39) Fell shledával, že může touto metodou insuflovat vzduch do plic téměř neomezenou dobu bez toho, aniž by došlo k poškození plicní tkáně. Fellova metoda se prováděla u pacientů u nichž došlo k respirační insuficienci na podkladě předávkování opiem, etherem, chloroformem nebo při šoku, po tonutí, také u nitrolebních nádorů. Lze tedy podotknout, že Fellova metoda byla průkopníkem dlouhodobé ventilační podpory a že byla jednou z předzvěstí ve vývoji konvenčních technik umělé plicní ventilace. Tracheostomie a intubace byly široce používány již během první světové války. Ivan Whiteside Magill (1888-1986), irský anesteziolog rozpoznal výhody tracheální intubace. Také jeho přičiněním se anestezie stala samostatným oborem. Technika tracheální intubace, kterou roku 1895 doporučoval Němec Alfred Kirstein za užití laryngoskopu byla v té době stále považována za složitou a hrudní chirurgové měli tendenci se této metodě spíše vyhýbat. Nové trendy a techniky v hrudní chirurgii na počátku dvacátého století odstartovaly další významné technologické kroky související s umělou plicní ventilací. Němec Ferdinand Sauerbruch (1875-1951) pravděpodobně stejně známý, jako proslulý svými chirurgickými schopnostmi ovlivnil vývoj budoucích technologií intenzivní péče. V roce 1904 použil subatmosférickou chirurgickou komoru k nafukování plic pacientů podstupujících hrudní operaci, ale zakázal přidání přetlakové ventilace. Hlava pacienta byla mimo komo-

ru, s těsně uzavřeným krkem, a tělo pacienta a chirurgický tým byly uvnitř komory. Tím byly vytvořeny podmínky odpovídající kontinuálnímu podtlaku v dýchacích cestách (CPAP), který udržoval objem plic a podporoval oxygenaci tím, že zabráňoval atelektáze, zatímco hrudník byl otevřený. Přestože plíce mohly být nafouknuty, pohyby bránice způsobily minimální ventilaci při otevřeném hrudníku a bylo nutné doplňovat kyslík, aby se zabránilo postupné hypoventilaci, kterou prokazovala cyanóza a zvýšenému alveolárnímu PaCO<sub>2</sub>. Sauerbruch tak posunul vývoj budoucí technologie intenzivní péče tím, že demonstroval některé příznivé účinky CPAP. Současně možná také zpozdil další vývoj, především používání tracheální intubace a přetlakové ventilace. Z dnešní perspektivy byla tato metoda UPV dosti složitá i nákladná jak do provádění, tak i do přístrojového vybavení. Doktor Chevalier Jackson (1865-1958) roku 1911 vynalezl první anestetický laryngoskop, který byl vybaven distálním zdrojem světla, Jackson jako první zkombinoval přímou vizualizaci hrtanu s endotracheální intubací. Díky této novince se laryngoskopy rychle staly součástí standardního vybavení anesteziologů. Během celkové anestezie používali tito lékaři řadu nástrojů, které pomáhali pacientovi s dýcháním. Laryngoskop se používá k prohlížení hrtanu (hlasivek). Laryngoskop slouží k tomu, aby u pacienta nepřekážel jazyk, a zároveň vede endotracheální rourku do polohy skrz hrtan, ve které zůstane po celou dobu operace a bude přivádět vzduch a anestetické plyny do plic pacienta. (Reinhard, a další, 1995; Peumery, 2003; Ezri et al., 2005; Dostál a kolektiv, 2014 stránky 31-33, 39; Woollam, 1976; Pilling, 2013; Admin in Anesthesia key, 2017; Asai, 2017)





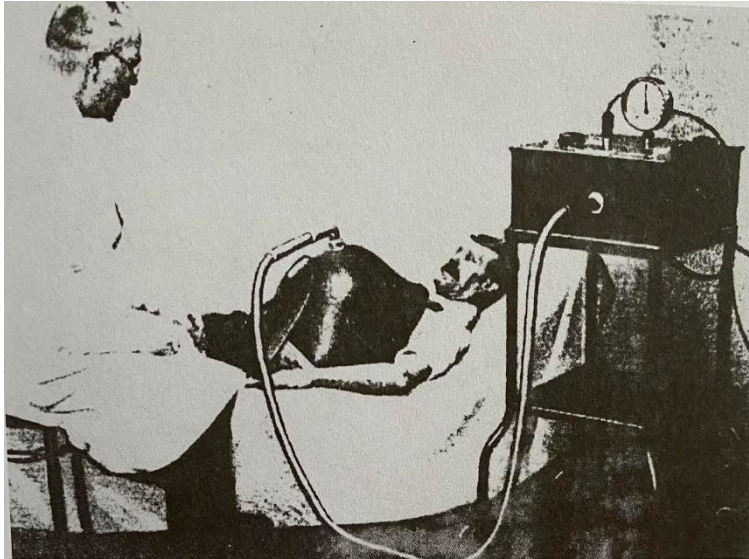
Obrázek 2: Sauerbruchova komora pro operace na otevřeném hrudniku.

Zdroj: *Základy umělé plicní ventilace, Dostál a kolektiv, str. 31*

### 2.2.8 Epidemie poliomyelitidy

Během první světové války nedošlo k žádnému významnému přelomu z hlediska umělé plicní ventilace. V první polovině 20. století se začala objevovat poliomyelitida čili dětská obrna, jež postihovala zejména děti a mladé dospělé. Poliomyelitida v nejhorším případě vedla až k obrně dýchacího svalstva, proto bylo nezbytné se o tyto pacienty postarat a zajistit přežití pomocí UPV. Dlouhodobá ventilační péče zahrnovala zejména metodu ventilace zevním negativním podtlakem. Vídeňský lékař Egon Braun spolu s jihoafrickým lékařem W. Stuartem sestrojili dutinové zařízení, které mělo sloužit k léčení pacientů, kteří trpěli poliomyelitidou v Jižní Africe roku 1918. Byl to jeden z prvních pokusů o dlouhodobější umělou ventilaci, měl elektromotorový pohon a bylo možno nastavit dechový i minutový objem. Jeden z korysových ventilátorů roku 1927 sestrojil a patentoval Rudolph Eisenmenger, dal mu název „Biomotor“. Biomotor byl skořepina, která obklopovala pacientův hrudník z obou stran a zajišťovala střídání negativního a pozitivního tlaku, poháněn byl vznětovým motorem. Eisenmengerův Biomotor měl hojné využití při různých typech respirační nedostatečnosti včetně poliomyelitidy. Další metodou byly tzv. Železné plíce. O jejich vznik se zasloužil roku 1929 profesor Harvardovy univerzity Philip Drinker. Byl to celotělový dutinový ventilátor, jenž pracoval na principu negativního tlaku. Dala se na něm nastavit dechová frekvence mezi 10-40 dechy za minutu. Při užití železných plic musely však být bezpodmínečně kontrolovány dýchací cesty a jejich průchodnost. Železné plíce byly tehdy standardním vybavením pro ventilování pacientů na tzv. polioventilačních jednotkách. V Evropě se používaly železné plíce od 30. do 50. let 20. století a v Americe až do let šedesátých. Vývoj UPV zevním negativním podtlakem i pozitivním přetlakem se paralelně prolínal až do epidemie poliomyelitidy, která byla v 50. letech 20. století. Do

poloviny 20. století se mělo za to, že ventilovat podtlakem je fyziologičtější než ventilovat přetlakem. Tlak v hrudní dutině však zůstal vyšší než tlak uvnitř komory, což vedlo ke stagnaci krve ve splachniku a dolních končetinách. To znamenalo snížení venózního návratu. Často se objevovaly atelektázy. I přesto byla tato ventilace (INPV) po jistou dobu bezpečnější než jiné tehdy existující metody UPV. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 33, 35, 37, 43-44)



*Obrázek 3: Eisenmengerův Biomotor, vlevo Eisenmenger osobně.*

*Zdroj: Základy umělé plicní ventilace, Dostál a kolektiv, str. 35*



*Obrázek 4: Železné plice v „Drinker polio ward“ v Los Angeles roku 1952 při léčbě následků rozsáhlé epidemie poliomyelitidy.*

*Zdroj: <https://www.florence.cz/casopis/archiv-florence/2016/5/od-zeleznych-plic-k-mikroprocesorum/>*

### 2.2.9 Druhá světová válka

Rozvoj letectví za druhé světové války nenávratně posunul metodu plicní ventilace přetlakem vpřed. Piloti během výškových letů potřebovali dýchací systémy, které produkovaly konstantní nebo intermitentní proud stlačeného O<sub>2</sub>. Jeden z pilotů a zakladatelů moderní umělé ventilace Forrest M. Bird vyvinul pro tyto lety „Aircrew Breathing Regulator“, z kterého se později vyvinul široce vyráběný ventilátor Bird Mark 7. Od této doby v UPV začaly dominovat techniky UPV pozitivním přetlakem. Prvním komerčně vyráběným dýchacím přístrojem byl Bleasův „Pulmoflator“. Britský konstruktér závodních motocyklů J.H. Blease před válkou vyráběl mimo jiné narkotizační přístroje pro anesteziologa z Liverpoolu. V době války kvůli nedostatku anesteziologů se Blease z prodavače narkotizačních přístrojů rozhodl stát anesteziologem. U obětí těžkého leteckého náletu na Liverpool prováděl emergentní anestezii. Při provádění dlouhodobé manuální umělé plicní ventilace si uvědomil, jak moc je takováto ventilace únavná a namáhavá, a to ho vedlo k sestrojení onoho „Pulmoflatoru“, jenž se začal od roku 1950 vyrábět. Ve výrobě ventilátorů následovaly Británii i další státy, a to Švédsko, kde Carl Gunnar Engström sestrojil objemový ventilátor roku 1951. (Podrazilová, 2016) tvrdí: *„Objemový ventilátor švédského vynálezce C. G. Engströma předznamenal novou éru ventilátorů, které pohybem pístu produkovaly dechový objem nezávisle na změnách poddajnosti nebo rezistence plicní tkáně pacienta. Jednoduchá mechanika umožňovala chod přístroje po delší dobu a minimální nutnost zásahů ze strany ošetřujících. Úspěchy masového použití přístrojové UPV i dramatický pokles mortality vedly k přijetí ventilace intermitentním přetlakem (IPPV) jako standardní metody pro UPV.“* (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 43-44; Podrazilová, 2016)

### 2.2.10 Meziválečné a poválečné období

Kolem roku 1940 švédský chirurg K. H. Giertz, bývalý asistent Sauerbrucha ve spolupráci s lékařem otolaryngologem Frencknerem vyvinuli novou řadu tracheálních a endobronchiálních rourek. Frenckner s Crafoordem při operacích na hrudníku zásadně používali metodu zajištění dýchacích cest rourkou s těsnicí manžetou v lokální anestezii a následně pacienta uvedli do celkové anestezie za mechanické kontroly dýchání. Ventilace pozitivním přetlakem se jako každodenní technologie objevila až s příchodem moderní jednotky intenzivní péče na počátku 60. let 20. století. Šedesátá léta tak byla klíčová pro vývoj přetlakové ventilace, ovlivněna pokroky ve fyziologii i chirurgii a potřebou řešit problémy pooperační atelektázy a traumatických poranění plic během bojových konfliktů. Přibližně v této době přešlo ventilační vybavení od podtlakových nádrží, které obklopovaly pacienta, ke známým přístrojům s pozitivním přetlakem, které se připojují na dýchací cesty

a usnadňují přístup k pacientovi, což se o podtlakových nádržích říct nedalo. Na standardních odděleních se začaly používat tlakové cyklické přístroje, které dodávaly přerušovaný přetlak, se záměrem pomoci různým pacientům dýchat hlouběji, podpořit účinnost kašle a předejít kolapsu plic. Současně byly na nově vzniklých jednotkách intenzivní péče zavedeny přístroje, které umožňovaly odpojit a odděleně regulovat fázi inflace a deflace a které byly výslovně určeny pro trvalou podporu života kriticky nemocných. Mezi účelnější z těchto prvních přístrojů pro JIP patřil Puritan-Bennett MA-1, který byl uveden na trh v roce 1967. Od 60. let 20. století se ubíral vývoj ventilátorů dvěma různými cestami, přičemž jeden směr vyvíjel ekonomické a snadno ovladatelné ventilátory, které se užívaly v anesteziologii a druhý směr představoval technicky složitější ventilátory, jež byly užívány v resuscitační péči. Od šedesátých let jsme začali rozlišovat ventilátory do čtyř generací. V první generaci stojí první mechanické a pneumatické ventilátory, které postrádaly elektronické součástky. Pracovaly s konstantním proudem plynu. Jedny z prvních nesly jména svých vynálezců – Bird, Bennett, Dräger, Engström. Tyto ventilátory nezvládly akceptovat spontánní dýchání pacienta, což vedlo k tomu, že pacient musel být sedován či relaxován. Konstantní objem byl při každém nádechu aplikován a podílel se tím na traumatizaci a destrukci plicní tkáně. Veškeré funkce ventilátoru musel nastavovat ošetřující. Koncem 60. let 20. století byl popsán syndrom respirační tísně dospělých (ARDS) a jeho léčba pomocí PEEP. Dlouhodobá intubace potřebná k podpoře dechového selhání pomocí hadiček utěsněným k dýchacím cestám a vysokým tlakem vedla k závažným a často trvalým poraněním hrtanu a průdušnice. PEEP se tedy začal zařazovat do umělé plicní ventilace, jako prevence poranění struktur dýchacích cest. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 45, 51; Podrazilová, 2016; Marini, 2013)

### **2.2.11 70. léta až současnost**

U dalšího vývoje se začalo myslet na synchronizaci dechového úsilí pacienta a chodu ventilátoru. Roku 1971 byl doporučen takzvaný CPAP – kontinuální pozitivní přetlak v DC při léčbě IRDS (infant respiratory distress syndrom). IRDS je stav u předčasně narozeného novorozence, který má nedostatek surfaktantu v plicích. Přístroj – Baby Bird zajistil snížení mortality u IRDS o 60 % a v roce 1972 byl doporučen i pro dospělé. V druhé generaci byla přidána elektronická komponenta a ve třetí mikroprocesor. IMV režim byl poprvé vytvořen s typem ventilátoru Bird Mark 2. Snímače tlaku a průtoku již měly schopnost detekovat spontánní nádech pacienta. Ventilátory druhé generace získaly režim SIMV. U třetí generace ventilátorů s mikroprocesory byly rozšířeny ventilační reži-

my a ovládaly pomocí elektromagnetu ventily. Tyto techniky umožňovaly udržovat stálý PEEP, i pokud došlo k úniku plynu ze systému. Ventilátor Siemens Servo 900 C z roku 1971 pracoval jako první s ventilačními režimy PCV a PSV. Tento přístroj zajišťoval tlakově řízenou ventilaci. V poslední čtvrté generaci se jedná o multimikroprocesorové ventilátory, které umožňují použití hybridních ventilačních režimů a individuální nastavení veškerých parametrů na základě zpětné vazby. Bear 5 jeden z nich, byl uveden na trh v roce 1985. V současnosti jsou v praxi využívány přednostně ventilátory třetí a čtvrté generace. Můžeme je rozdělit dle jejich využití na ventilátory pro intenzivní i domácí péči, ventilátory pro anesteziologické účely a v neposlední řadě ventilátory bez aktivního řízení výdechu a pro transportní péči. *„Základní principy UPV se během posledních desetiletí příliš nezměnily, naopak velkého pokroku dosáhla medicína v pochopení patofyziologie důsledků a změn v organismu, které jsou s UPV spojeny.“* (Ševčík a kol., 2014 str. 1049) Na počátku 21. století se lékařská obce začala řídit pravidlem „Lung protective ventilation“, při jejichž dodržování lze zajistit ochranu plicního parenchymu. (Podrazilová, 2016) uvádí: *„V obecné rovině jde o protektivní plicní ventilaci s jasně specifikovaným dechovým objemem spíše na nižší hranici, tedy 4-8 ml vdechované směsi na kilogram váhy pacienta, kdy je nejčastěji doporučováno 6 ml/kg. Nízké dechové objemy tak výrazně redukuje možnost poškození plicního parenchymu vlivem umělé plicní ventilace (barotraumata, volumotraumata či biotraumata způsobená zánětlivými mediátory). Dále je doporučena premisivní hyperkapnie.“* Od této doby se stále lékařská obce drží tímto pravidlem. (Dostál a kolektiv, 2014 stránky 51-52; Hude, 2009; Podrazilová, 2016; Dargaville, 2006; Ševčík a kol., 2014 str. 1049)

### **2.2.12 Pandemie Covid-19**

V umělé plicní ventilaci nedošlo za posledních pár let ke změnám, ale kvůli covidové pandemii se informace o umělé plicní ventilaci začaly rozptylovat i směrem k laické veřejnosti. Koncem roku 2019 bylo popsáno v Číně plicní onemocnění nejasné etiologie. Z kraje roku 2020 se rozmohlo do okolních států světa, mezi kontinenty a Světová zdravotnická organizace (WHO) ono šíření infekce označila za pandemii. K 10. březnu roku 2022 bylo zaznamenáno přes 452 milionů případů onemocnění Covidem-19, přes 6 milionů lidí, kteří onemocnění podlehlí a přes 386 milionů vyléčených lidí. Většina pacientů prochází onemocněním v mírném průběhu, u některých pacientů se však můžeme shledat s rozvojem závažně probíhající pneumonie, přechodu onemocnění do ARDS, septického šoku až multiorgánového selhání. Mezi nejčastější příznaky tohoto onemocnění patří horečka, dráždivý kašel a dušnost. U pacientů s hypoxemickým respiračním selháním bývá

indikována vysokoprůtoková oxygenoterapie. U pacientů, u nichž vysokoprůtoková oxygenoterapie nedostačuje se přistupuje k invazivní plicní ventilaci. (Trojánek, a další, 2020) zmiňují: „V případě nutnosti invazivní umělé plicní ventilace má svá specifika již samotná tracheální intubace. Ideální je její provádění na speciálním sále s podtlakovým režimem. Výkon by měl provádět zkušený anesteziolog nebo intenzivista s dostatečnou praxí, aby se minimalizovalo riziko přenosu infekce. Po provedení preoxygenace v délce trvání přibližně 5 minut se provádí intubace technikou rapid sequence intubation s nervosvalovou bloádou. Po intubaci se může ventilace zahájit až po nafouknutí manžety tracheální rourky. Nedoporučuje se ověřovat hloubku zavedení rourky fonendoskopem. Pacienty s onemocněním COVID-19 se doporučuje ventilovat postupy protektivní plicní ventilace s omezenou velikostí dechových objemů v rozmezí 4–8 ml/ kg tělesné hmotnosti s cílem plató tlaku do 30 cm H<sub>2</sub>O. Při těžším ARDS se běžně používají vyšší hodnoty PEEP, kolem 15 cm H<sub>2</sub>O, s následnými úpravami dle vlivu ventilace na oxygenaci a hemodynamickou stabilitu.“ S příchodem onemocnění Covid-19 došlo k velkému rozmachu využívání umělé plicní ventilace. (Worldometers.info, 2022; Trojánek, a další, 2020)

## **2.3 Rozdělení umělé plicní ventilace z hlediska mechanismu zajišťujícího průtok plynů respiračním systémem při dýchání**

### **2.3.1 Konvenční ventilace**

#### **IPPV – Intermittent Positive Pressure Ventilation**

Umělou plicní ventilaci dle způsobu průtoku plynů přes DC diferencujeme do tří skupin. Dnes nejvíce užívanou a nepostradatelnou metodou je konvenční UPV nebo také ventilace pozitivním přetlakem. U ventilace pozitivním přetlakem je dechový objem a frekvence nejbližší fyziologickým hodnotám, velikost dechového objemu je větší než objem tzv. mrtvého prostoru. Principem IPPV je, že pacient je přímo napojený na ventilátor a pozitivní přetlak je přerušovaně aplikován přímo do jeho dýchacích cest.

#### **INPV – Intermittent Negative Pressure Ventilation**

Ventilace negativním tlakem a její nejznámější forma tzv. železné plíce, se v dnešní intenzivní medicíně již běžně nevyužívá. INPV je taktéž metodou konvenční UPV, jsou společně s IPPV takto označovány, protože parametry dechového objemu a rychlosti dechu jsou téměř shodné s fyziologickými. Do poloviny 20. století převládal názor, že ventilace

negativním podtlakem je fyziologičtější nežli ventilace pozitivním přetlakem. V železných plicích nitrohruční tlak zůstával vyšší než tlak uvnitř komory. To mělo za následek stagnaci krve ve splanchniku a dolních končetinách a snížení žilního návratu. Velmi často se objevovaly též atelektázy. Největší riziko této metody bylo spojeno s nezajištěním dýchacích cest a vysokým rizikem aspirace. Ventilovaný pacient býval při aplikaci UPV v železných plicích uložen ve válci, v němž byl na jeho hrudní a břišní stěnu intermitentně vyvíjen podtlak, zatímco mimo válec byla uložena jen hlava a končetiny. Pokud se objevilo zvracení, bylo nutné otevřít komoru, aby se tlaky vyrovnaly. Pacient byl uložen do Trendelenburgovy polohy a následně odsáván. Druhým typem byl kyrysový ventilátor (KIFA Cuirass ventilator), který byl používán k léčbě respirační insuficience ještě roku 1952 do doby vypuknutí epidemie poliomyelitidy v Kodani. Pevná skořepina neboli kyrys přiléhal pouze na hrudní oblast pacienta. Lokálně se aplikoval hrudní podtlak, aby byl změněn hrudní objem. (Frei a kol., 2015 str. 31; Dostál a kolektiv, 2014 stránky 37, 74-75; Lei, 2017)

### **2.3.2 Nekonvenční ventilace**

#### **HFV – High Frequency Ventilation**

Vysokofrekvenční ventilace umožňuje směnu dechových plynů za užití malých dechových objemů při vysoké dechové frekvenci. Dle velikosti dechové frekvence a dechových objemů ji dělíme na vysokofrekvenční ventilaci pozitivním přetlakem (High Frequency Positive Pressure Ventilation – HFPPV) s dechovými objemy 3-4 ml/kg při frekvenci 60-100/min. Dále vysokofrekvenční tryskovou ventilaci (High Frequency Jet Ventilation – HFJV) s dechovou frekvencí 60-600/min, kdy objem plynu tvoří jak proud z trysky, tak i přisávaný vzduch. A vysokofrekvenční oscilaci (High Frequency Oscillation – HFO) o frekvenci 3-15 Hz (180-900 dechů/min), která se užívá jako alternativa, pokud konvenční ventilace selže – u pediatrických pacientů či u dospělých při ARDS (acute respiratory distress syndrom). (Lei, 2017; Kasal a kol., 2004 str. 120; Bartůněk, a další, 2016 str. 230; Frei a kol., 2015 str. 31)

#### **2.3.3 Základní ventilační režimy**

Ventilační režim je konkrétním způsobem realizace ventilace pacienta pozitivním přetlakem. Režim ventilace definuje algoritmus řízení činnosti přístroje na bázi informací o tlaku a/nebo průtoku plynů skrz okruh ventilátoru. Výměnu plynů v DC pacienta zajišťují změny tlakového gradientu mezi ústím dýchacích cest (ústa, tracheální rourka) a plicními



sklípky. Z hlediska směru pohybu plynů dělíme dechový cyklus na čtyři fáze. V první fázi inspirační dochází k zahájení a ukončení nádechu. Dle zdravotního stavu pacienta iniciuje inspirační fázi pacient či přístroj dle předem nastavených hodnot. Následně dojde k přechodu do inspirační pauzy či expirační fáze. V inspirační pauze dochází k zástavě proudění vdechovaných plynů dýchacími cestami a k intrapulmonální redistribuci dechového objemu. Poté následuje expirační fáze, na níž se přístroj nepodílí, protože jak již bylo zmíněno výše výdech je dějem pasivním, anebo se děje s pomocí výdechových svalů pacienta. Poslední z fází je expirační pauza, jež je fází od ukončení proudění vzduchu na konci výdechu do iniciace dalšího nádechu (dechového cyklu). Na této se ventilátor aktivně nepodílí. (Frei a kol., 2015 stránky 32, 33; Dostál a kolektiv, 2014 stránky 96, 97)

Dle stupně ventilační podpory režimy dělíme na **plnou ventilační podporu – řízenou ventilaci a částečnou ventilační podporu**. Během řízené ventilace ventilační režim zajistí veškerou dechovou práci za nemocného. Dle omezení inspirační fáze rozlišujeme plnou ventilační podporu na objemovou řízenou ventilaci a tlakovou řízenou ventilaci. Při objemově řízené ventilaci – **VCV (Volume Control Ventilation)**, ventilátor zajistí v průběhu inspirační fáze insuflací přednastaveného dechového objemu ( $V_t$  v mililitrech) do DC pacienta, přičemž mu nedovoluje uplatnit vlastní dechovou aktivitu v žádné z částí dechového cyklu. VCV se doporučuje užít u pacientů celkově nestabilních, s apnoí, při těžké dysfunkci CNS, kterou nám může značit GCS pod 8, nebo v neposlední řadě u těžké dysfunkce oběhu či dýchání do času stabilizace. Během tlakově řízené ventilace – **PCV (Pressure Control Ventilation)**, ventilátor zajistí v dýchacích cestách dosažení nastaveného inspiračního vrcholového tlaku, jenž během celé inspirační fáze konstantně setrvává ve stejné výši. V obou případech přístroj generuje tzv. řízené dechy při nastavené frekvenci ( $f$ ), objemu, poměru inspira a expira a koncentraci  $O_2$ .

Pokud je pacient schopen podílet se na dýchání částečně sám, lze nastavit režim **částečné ventilační podpory**. Do této skupiny lze zařadit celou řadu režimů. Asistovaná ventilace – **AMV (Assisted Mechanical Ventilation)** je režim, kde je nastavena velikost dechového objemu či vrcholového inspiračního tlaku, přičemž to celé je spuštěno za iniciace dechové aktivity pacienta. Asistovaná UPV je tedy kombinace spontánní ventilace pacienta a řízených dechů. Další z režimů částečné ventilační podpory je zástupová ventilace – **IMV (Intermittent Mandatory Ventilation)** či tlakově podporovaná ventilace – **PSV (Pressure Support Ventilation)**. Dle stupně synchronizace s dechovým úsilím pacienta rozlišujeme synchronní a asynchronní režimy. Synchronní režim zajišťuje aktivitu ventilá-

toru, která pracuje souborně s nádechem pacienta, kdežto při asynchronním režimu ventilátor zahájí dechový cyklus bez ohledu na pacientovu dechovou fázi. Součástí každého ventilačního režimu je tzv PEEP. Pozitivní end-expirační tlak na konci výdechu (**PEEP – Positive End Expiration Pressure**) se do ventilačního režimu zařazuje pro zvýšení funkční reziduální kapacity plic, která je prevencí i léčbou kompresivních atelektáz. Nejčastěji se parametry PEEP nastavují na hodnotu 4-8 cm H<sub>2</sub>O (0,4-0,8 kPa). (Dostál a kolektiv, 2014 str. 120) uvádí, že: „...většina nemocných je ventilována se středními hodnotami PEEP. Za střední úroveň jsou považovány hodnoty 5-15 cm H<sub>2</sub>O.“ Aplikací PEEP se omezuje poškození plic a zlepšuje se oxygenace, a je tedy umožněno snížení frakce kyslíku (FiO<sub>2</sub> – hodnota koncentrace O<sub>2</sub>) s vyhnutím se toxickému účinku vysoké koncentrace O<sub>2</sub>. FiO<sub>2</sub> rovno 0,4 (40 %) je hodnota, která je bezpečná a koncentrace kyslíku není pro pacienta toxická. PEEP také pozitivně působí na snížení dechové práce například u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN). (Frei a kol., 2015 stránky 32-34; Kasal a kol., 2004 stránky 121, 122; Dostál a kolektiv, 2014 stránky 101-103,110, 120)

## 2.4 Specifika ošetrovatelské péče o ventilovaného pacienta

Všeobecná sestra má v kompetenci dle vyhlášky 55/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů zajišťovat vysoce specializovanou péči o pacienta na umělé plicní ventilaci, a to zejména odsáváním z horních cest dýchacích a tracheostomické kanyly. Odsávání z dolních cest dýchacích může provádět pouze všeobecná sestra se specializovanou způsobilostí v oboru sestra pro intenzivní péči. Péče o dýchací cesty a komplexně o umělou plicní ventilaci je primárně také v její roli. (ČESKO, 2011)

Mimo asistenci při zajišťování dýchacích cest, jež je blíže rozebrána v podkapitole o tracheální intubaci, je péče o toaletu dýchacích cest a zajištění ohřátí a zvlhčení vdechané směsi v roli sestry. Zajištění toalety dýchacích cest spočívá v polohování pacienta, zajištění vibračních masáží, drenážní polohy a dechové rehabilitace ve spolupráci s fyzioterapeutem. Patří sem především odsávání sekretů z dýchacích cest, toaleta dutiny nosní a ústní. Tracheální odsávání se provádí otevřeným způsobem za pomoci sterilních odsávacích katétrů na jedno použití, nebo použitím uzavřeného systému typu „Trach-care“. Odsávání by mělo proběhnout co nejkratší dobu (max. 5 vteřin), efektivně přerušovaným tlakem. Při užití otevřeného způsobu odsávání je nutno pacienta 3-5 min preoxygenovat 100% kyslíkem. K manipulaci se sterilním odsávacím katétre se užívají rukavice dle standardu oddělení, sterilní pinzeta a sterilní čtverce. Při použití uzavřeného systému není potřeba rozpojovat okruh ventilátoru, protože odsávací katétr zůstává sterilní dle výrobce

24-96 hodin. Pokud dojde k vyrazení dýchání nosem například při zajištěných dýchacích cestách endotracheální kanylou, dochází rychle ke ztrátě vlhkosti v bronchiální sliznici a tím se významně snižuje samočistící schopnost dýchacích cest. Při zvýšení ventilace může dojít ke ztrátě funkce řasinkového epitelu, který se nachází v dýchacích cestách a tím k rozvoji infekce a bronchopneumonie. Tomuto lze předejít aktivním zvlhčováním vdechovaného vzduchu pomocí kaskádového zvlhčovače, který je zařazen do inspirační části dýchacího okruhu ventilátoru. (Frei a kol., 2015 stránky 41-43; Kasal a kol., 2004 stránky 117-118; ČESKO, 2011)

Péče o dýchací okruh ventilátoru je při zajišťování ošetrovatelské péče o ventilovaného pacienta nezbytná. V současné době se nejčastěji používají jednorázové dýchací okruhy, které jsou indikovány k výměně dle výrobce každých 5-7 dní. Skládají se z inspirační a expirační hadice. U pacientů s dlouhodobou potřebou UPV se používají jednocestné dýchací okruhy s antimikrobiálním filtrem, které je možno vyměnit až po 30 dnech. Antimikrobiální filtr je nutné měnit každých 12-24 hodin. Při výměně dýchacího okruhu je sesterští spolupráce dvou sester. První sestra sestavuje nový dýchací okruh a musí ho zkalibrovat a poté napojit nemocného zpět na ventilátor. Všechny součásti okruhu ventilátoru je nutno sestavovat sterilně. Druhá sestra během výměny pacienta ventiluje pomocí samorozpínacího vaku. Důležité pro bezpečnost pacienta je především nastavení alarmů na ventilátoru, které budou přizpůsobeny jeho individuálním potřebám. Alarmy musejí být dobře slyšitelné. Nejen péčí o dýchací okruh ventilátoru, ale i prováděním pečlivé hygieny dutiny ústní a pravidelným odsáváním z dýchacích cest snižujeme riziko vzniku ventilátorové pneumonie (VAP – ventilator – associated pneumonia). (Kapounová, 2020 stránky 180, 271-272; Frei a kol., 2015 str. 41)

U pacienta na umělé plicní ventilaci je nutné, aby sestra kontinuálně monitorovala a zaznamenávala vitální funkce pacienta. Vitálními funkcemi je myšlen krevní tlak, puls, změny na EKG, saturace krve kyslíkem a kapnometrické hodnoty  $ETCO_2$ . Sestra by též měla sledovat koncentraci kyslíku ve vdechované a vydechované směsi, parametry a funkčnost ventilátoru. Sestra má v kompetenci odebírat krev na rozbor krevních plynů, také by měla všechny laboratorní parametry sledovat a umět vyhodnotit fyziologii od patologie. Také by měla sledovat a hodnotit charakter odsátého sputa. U sputa se hodnotí viskozita, množství, barva, popřípadě zápach. O všem se provádí záznam do ošetrovatelské dokumentace nemocného. S podezřením na patologický nález neprodleně informuje lékaře. (Kasal a kol., 2004; Kapounová, 2020 stránky 256-257)

## 2.5 Možnosti zajištění dýchacích cest

Umělou plicní ventilaci dále dělíme na invazivní a neinvazivní. Neinvazivní ventilaci lze popsat jako způsob ventilační podpory bez nutnosti invazivního zajištění DC intubací či tracheostomií. U neinvazivní umělé plicní ventilace zajišťujeme dýchací cesty pacienta pomocí oronasální, nasální masky případně speciální helmy. Neinvazivní ventilace pozitivním přetlakem – **NIV (Non Invasive Ventilation)** se využívá pro odstranění pocitu dušnosti, ke zvýšení dechového objemu a tím korekci hyperkapnie, ke zlepšení výměny krevních plynů čili k úpravě hypoxemie a oddálení endotracheální intubace. Tato díky nezajištěným DC nemá komplikace v podobě infekce, nedojde k mechanické traumatizaci dýchacích cest, a nemusí být aplikována analgosedace. K přednostem NIV patří v zásadě komplexní komfort pacienta. Pacient má možnost polykat a přijímat stravu per os, může verbálně komunikovat, při potřebě může odkašlat a také pečovat o dutinu ústní, tak i provádět hygienu nosu i úst. Pacient je indikován k aplikaci NIV např. při zhoršení stavu související s diagnózou akutního kardiálního plicního edému nebo při akutním respiračním selhání s exacerbací CHOPN. Neinvazivní ventilace je kontraindikována, pakliže dojde u pacienta k poruše vědomí, těžké hypoxii, těžké acidóze. Pokud je pacient nespolupracující, nebo je u něj zvýšené riziko aspirace do dýchacích cest, pak je nutno pacientovy dýchací cesty invazivně zajistit. Také pokud pacient nemůže aktivně odkašlat, nebo se u něj nemůže využít obličejová maska z důvodu případných popálenin nebo traumat v obličejí je neinvazivní UPV kontraindikována. Při neinvazivní ventilaci je úloha sestry nezbytná. Sestra má v kompetenci připravit vhodné pomůcky, důkladně pacienta edukovat a po celou dobu pacienta psychicky podporovat. (Bartůněk, a další, 2016 stránky 229, 230; Frei a kol., 2015 str. 37; Dostál a kolektiv, 2014 stránky 281, 283)

Invazivní UPV se provádí při zajištěných dýchacích cestách za pomoci intubace či tracheostomie. Zajištění dýchacích cest je jedním ze základních opatření v urgentní a intenzivní medicíně, je i předpokladem pro úspěšnou péči. U pacientů v bezvědomí je tato metoda nezbytná pro zajištění kontinuální ventilace. Je patrné, že nejdokonalejším způsobem zajištění DC je intubace, protože současně brání i aspiraci do dýchacích cest. Orotracheální intubaci (OTI) provádíme v celkové či místní anestezii. Nasotracheální intubace (NTI) má větší četnost komplikací, jako např. vznik sinusitidy a nozokomiální pneumonie a je z hlediska času náročnější na provedení. Pokud se pacient nachází v dechové tísní,

zajištění dýchacích cest je v tomto případě urgentním výkonem. (Frei a kol., 2015 str. 34; Šeblová, a další, 2018 str. 857)

### **2.5.1 Laryngeální maska (LMA)**

Dýchací cesty lze zajistit různými pomůckami. Jednou z metod zajištění dýchacích cest u pacienta v bezvědomí je použití laryngeální masky. Laryngeální maska dnes již vytěsnila dříve používaný Combitubus a stala se jeho výhodnější alternativou. Laryngeální masku vyvinul roku 1983 britský anesteziolog Archi Brain. Původně byla navržena pro použití na operačním sále jako metoda elektivní ventilace. LMA je dobrou alternativou k ventilaci pomocí vaku s ventilem a maskou, protože uvolňuje ruce poskytovatele a její značnou výhodou je menší distenze žaludku. Laryngeální maska se původně používala především na operačních sálech, v poslední době se však začala používat i v rámci první pomoci jako důležitá doplňková pomůcka pro zajištění dýchacích cest. Lze ji využít i při obtížném nebo nezvládnutém zavedení tracheální rourky. Tuto pomůcku má v kompetenci užít všeobecná sestra se specializací v oboru intenzivní péče. Vyvinula se spousta typů laryngeálních masek, které se liší v detailech rourky a manžety, některé mají manžetu, jež je naplněna speciálním gelem, takže není potřeba ji nafukovat vzduchem. Zpravidla má tvar velké endotracheální rourky, speciální manžeta utěsňuje masku nad vstupem do laryngu a oddělí tak tracheu od jícnu. Na trhu jsou i LMA s jedním lumenem, který po zavedení končí u vstupu do jícnu, kde současně umožní odsátí, popřípadě vpravení sondy do žaludku a druhý lumen je určen přímo k ventilaci. Zavádí se „naslepo“ přes ústa do hypofaryngu. V místě jsme až tehdy, pokud dosáhneme mírného odporu. Tehdy je maska v místě a po nafouknutí manžeta odklopí hrtanovou příklopku. Je navržena tak, aby seděla v pacientově hypofaryngu a zakrývala supraglotické struktury, čímž umožňuje relativní izolaci průdušnice a prevenci aspirace ze žaludku do dýchacích cest. Výhodou je, že není nutno pacienta relaxovat farmaky a umožňuje zavedení bez použití laryngoskopu, také umožňuje spontánní ventilaci. (Bartůněk, a další, 2016) uvádí, že při masivní regurgitaci ze žaludku u této pomůcky hrozí aspirace, tudíž spolehlivě není schopna ochránit dýchací cesty. Při špatném zavedení může dojít k poranění příklopky hrtanové. (Šeblová, a další, 2018 str. 643; Bosson, 2021; ČESKO, 2011; Bartůněk, a další, 2016 stránky 166, 167; Ševčík a kol., 2014 str. 74)

### **2.5.2 Tracheostomie**

Tracheostomie je jednou z nejstarších metod, jichž se využívá v medicínské praxi. Po 2000 let se používala k odstranění obstrukce horních dýchacích cest. Hojně se začala

využívat kolem roku 1950 během epidemie poliomyelitidy v Kodani. Od té doby se stala akceptovanou metodou při umělé plicní ventilaci a léčbě dolních cest dýchacích, což dnes představuje hlavní indikace pro její použití. K tracheostomii se přistupuje jako k elektivnímu výkonu v anestezii, kdy jsou současně před výkonem již zajištěné dýchací cesty endotracheální kanylou. Tracheostomii lékař indikuje u pacienta, jenž vyžaduje dlouhodobou ventilační podporu. Jde i o stavy, kdy pacient netoleruje endotracheální rourku, má trauma obličejového skeletu, nebo má dlouhodobou poruchu vědomí. Tracheostomická kanyla nebývá užívána v krátkodobé potřebě zajištění DC. V případě, že je v místě výkonu infekce, je tracheostomie kontraindikována. Zavedení tracheostomické kanyly s sebou nese řadu výhod i nevýhod. Jednou z výhod je trvalý přístup do dýchacích cest a možnost důkladnější hygieny dutiny ústní, či usnadnění toalety dýchacích cest. Také nesmíme opomenout, že snižuje riziko poškození DC způsobených tlakem a drážděním, také lze přijímat stravu per os. Mezi nevýhody patří nutnost chirurgického výkonu s rizikem stenózy v oblasti trachey a následnými kosmetickými vadami v podobě jizev. Užití tracheostomické kanyly je výhodné pro dlouhodobou ventilaci, protože nemá tendenci poškozovat sliznici dýchacích cest, jako to může způsobovat endotracheální rourka. Tracheostomie se dříve primárně prováděla z důvodu otorinolaryngologického onemocnění, dnes tyto indikace představují pouze 20 % všech indikací. Ve velké hojnosti se dnes tracheostomie provádí v intenzivní péči u pacientů s potřebou dlouhodobé ventilační podpory. Pokud u pacienta trvá stav, který vyžaduje zajištění dýchacích cest déle než 7 dní, převádí se zajištění DC z tracheální rourky na tracheální kanylu. (Tomek et al., 2018) píše, že tracheostomii indikujeme u pacienta tehdy, pokud je nutnost dlouhodobé ventilační podpory bez reálného předpokladu na časnou extubaci a to 5-7 dní. Kompetencí všeobecné sestry je dle vyhlášky č. 55/2011 Sb. § 4 ve znění pozdějších předpisů bez odborného dohledu a bez indikace v souladu s diagnózou stanovenou lékařem provádět péči o tracheostomickou kanylu u pacientů starších 3 let, a to odsáváním a zajišťováním její průchodnosti. Na základě indikace lékaře bez odborného dohledu může všeobecná sestra provádět výměnu tracheostomické kanyly. (Kapounová, 2020 str. 255; Marková, a další, 2008 stránky 25, 26; Tomek et al., 2018 str. 161; Borman et al., 1963; ČESKO, 2011)

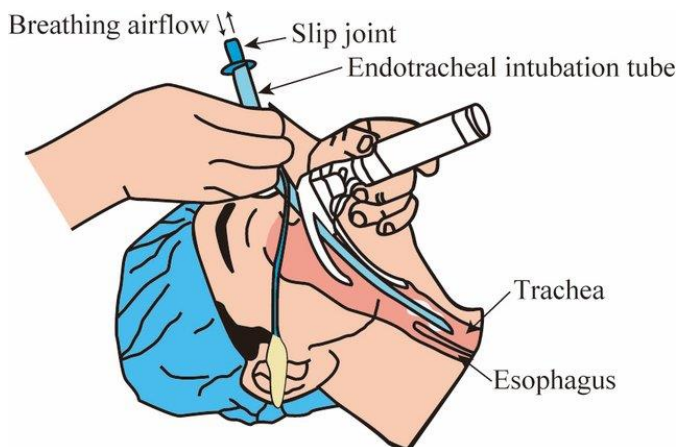
### **2.5.3 Tracheální intubace - TI/endotracheální intubace - ETI**

První zprávu o tracheální intubaci během celkové anestezie podal skotský chirurg William Macewen (1848-1924), který ji provedl 5. července 1878. Zpráva, která byla pu-

blikována v časopise British Medical Journal v roce 1880, obsahovala čtyři případy tracheální intubace, přičemž v jednom z nich byla poskytnuta celková anestezie. Macewen provedl tracheální intubaci namísto tracheostomie u pacienta plánovaného k resekci velkého epiteliumu v ústech v celkové anestezii, aby zabránil obstrukci dýchacích cest a aspiraci krve. Ve zprávě popsal několik výhod tracheální intubace během celkové anestezie a metody, kterými lze zabránit aspiraci krve. Dle mnoha českých zdrojů se jako metoda první volby v urgentní medicíně pro zajištění dýchacích cest využívá tracheální intubace. Je považována za standardní a nejdokonalejší neoperační metodu zabezpečení dýchacích cest. Endotracheální intubace má velké pole působnosti v intenzivní péči, a proto je třeba ji zmínit. Endotracheální kanyla poskytuje ochranu před aspirací žaludečního obsahu, slin či krve do trachey. Také při UPV brání úniku vzduchu. Zavádí se běžně ústy či nosem skrz hrtan do průdušnice, kde je fixována těsnicí manžetou nad bifurkací trachey. Manžetu po zavedení nafukujeme vzduchem, aby nedošlo k posunu a dislokaci tracheální kanyly. U pacientů, jenž jsou v bezvědomí je tracheální intubace indikována, stejně jako u pacientů s respirační insuficiencí, nebo pokud mají poranění v oblasti hlavy a krku. Zajistit dýchací cesty endotracheální kanylou je nutno při závažných šokových stavech nebo při obstrukci dýchacích cest, kterou může způsobit laryngospasmus, edém, cizí těleso či sekret. Taktéž se hojně užívá v anestezii před velkými operačními výkony, které probíhají v celkové anestezii, anebo u kriticky nemocných, kteří nejsou lační. Abychom mohli pacienta napojit na invazivní umělou plicní ventilaci, je potřeba, aby pacient byl farmakologicky relaxován či analgosedován z důvodu dráždění dýchacích cest pomůckami. U pacientů v hlubokém bezvědomí je za určitých okolností možnost zavedení endotracheální rourky bez podání farmak. Nejvhodnější polohou pro zavedení endotracheální rourky je tzv. čichací poloha, kdy má pacient zakloněnou a podloženou hlavu, dojde tak k vyrovnání dutiny ústní, hltanu a hrtanu. Dříve se prováděl jako prevence aspirace žaludečního obsahu do dýchacích cest při intubaci tzv. Sellickův hmat, kdy se tlakem na prstencovou chrupavku stlačil jícen mezi chrupavkou a páteří, což mělo zabránit regurgitaci. V dnešní době je tento zpochybňován a přistupuje se k tzv. BURP manévru, jenž riziko sníží a usnadňuje intubaci. Intubace samotná je v kompetenci lékaře, či sestry se specializací v intenzivní péči, která absolvovala certifikovaný kurz v problematice zajištění dýchacích cest. Úloha všeobecné sestry v tomto případě sestává z přípravy pomůcek a asistence lékaři. Sestra se specializací v intenzivní péči má povinnost znát a umět používat veškeré pomůcky k zajištění dýchacích cest, protože dle vyhlášky 55/2011 Sb. §55 ve znění pozdějších předpisů je v její kompetenci bez indikace lékaře a odborného dohledu zahájit KPR se zajištěním dýchacích cest za použití

dostupného technického vybavení. Všeobecná sestra u pacienta sejme zubní protézu, pokud ji má. Upraví pacienta do polohy na zádech a podloží mu hlavu. Přibližně 3 minuty před intubací se doporučuje pacienta preoxygenovat 100% kyslíkem s pomocí dobře těsnící obličejové masky. Pokud lékař indikuje léky, sestra dle ordinace podá nejprve sedativa a poté relaxancia. Sestra lékaři podá do levé ruky laryngoskop, jenž lékař zavádí po odtlačení jazyka do hlasivkové štěrbině. Sestra dále do pravé ruky lékaři podává endotracheální rourku na jejíž konec předem aplikuje slizniční anestezii (často se užívá Xylocain spray), jenž usnadní intubaci. Pokud lékař shledá špatné laryngoskopické podmínky, může sestru vyzvat k provedení BURP manévru (backward, upward, rightward, pressure), kdy sestra vyvine mírný tlak na štítnici ve směru dozadu, nahoru a mírně doprava. Na přání lékaře sestra také může do endotracheální rourky vsunout zavaděč, který však nesmí přesáhnout tracheální rourku, neboť by mohlo dojít k poranění průdušnice. Po zavedení endotracheální rourky sestra utěsní obturační manžetu. Insufluje do manžety vzduch a poté zkontroluje tlak v manžetě pomocí manometru. Lékař ověří správnou polohu rourky aspekci a auskultací. Pokud je rourka v místě, sestra zafixuje kanylu pruhem náplasti, obinadlem nebo specifickým pomůckami k tomu určenými. Důležité je zmínit, že je nutno polohovat endotracheální kanylu z jednoho ústního koutku do druhého, aby nedošlo k vytvoření dekubitu. Dle standardu oddělení by se měla kanyla polohovat minimálně jednou za 24 hodin. Tlak v obturační manžetě by měl být měřen minimálně 2x za den nejlépe v rámci celkové hygieny nemocného. Mezi časné komplikace orotracheální intubace můžeme zařadit traumaticko-mechanické poškození zubů, měkkých tkání dutiny ústní, hltanu, hlasivek, hrtanu a průdušnice. Taktéž chybnou intubaci do jícnu, laryngospasmus a bronchospasmus a v nejhorším případě způsobení hypoxie s následnou poruchou srdečního rytmu v případě, kdy nelze dýchací cesty zajistit, proto je vždy nutné mít připravené pomůcky pro případnou kardiopulmonální resuscitaci (KPR) a alternativní supraglotické pomůcky. (Frei a kol., 2015 stránky 34, 42; Kapounová, 2020 stránky 251-254; Bartůněk, a další, 2016 stránky 168, 170-172; ČESKO, 2011; Takashi, 2017)





Obrázek 5: Znárodnění endotracheální intubace.

Zdroj: [https://www.researchgate.net/publication/319597503\\_Micromachined\\_Tube\\_Type\\_Thermal\\_Flow\\_Sensor\\_for\\_Adult-Sized\\_Tracheal\\_Intubation\\_Tube/figures](https://www.researchgate.net/publication/319597503_Micromachined_Tube_Type_Thermal_Flow_Sensor_for_Adult-Sized_Tracheal_Intubation_Tube/figures)

## 2.6 Nejčastější komplikace umělé plicní ventilace

Při aplikaci umělé plicní ventilace se stejně jako u jiných invazivních zákroků můžeme setkat se spoustou možných komplikací, proto je nutnost je znát a vědět, jak těmto komplikacím co nejlépe předcházet. Těmto komplikacím lze předejít správně indikovanou terapií ze strany lékaře a správně prováděnou ošetrovatelskou péčí sestrou. Komplikace s nežádoucími účinky můžeme rozdělit do několika skupin. Setkáváme se s komplikacemi vzniklými již při zajišťování dýchacích cest, a to například s perforací jícnu či poraněním hltanu či průdušnice tracheální intubací. Se zavedenou endotracheální rourkou hrozí riziko tlakového poškození chrupavčitých struktur trachey tzv. tracheomalacie nebo poškození stěny trachey otlakem obturační manžety. Taktéž může dojít k infekčním komplikacím, které mohou být způsobené zavlečením bakteriálních kmenů do dýchacích cest či do špatně zhojeného stomatu v případě zavedení tracheostomické kanyly. V případě dehiscence či mokvání stomatu je třeba často vyměňovat podložení tracheostomické kanyly a ošetřit desinfekčním prostředkem, případně aplikovat krycí masti. U tracheostomie se můžeme setkat v nejhrošším případě s tracheální nekrózou, jež je způsobena přílišným tlakem nafouknuté manžety. Jednou z komplikací, které lze předcházet zavedením nasogastrické sondy (NGS) je aspirace žaludečního obsahu či sekretu do dýchacích cest. Setkáváme se také s komplikacemi, které pramení z nedostatečného či nadměrného zvlhčení nebo ohřátí vdechované směsi. V neposlední řadě s nežádoucími účinky způsobenými vysokou koncentrací kyslíku, který působí na respirační systém. Nežádoucí účinky plicní ventilace pozitivním přetlakem mají svou samostatnou kapitolu. Plíce se mohou poškodit kombinovaným působením inspiračních tlaků, to nazýváme barotrauma. Může také dojít k atelektromatu při

působení tzv. střížných sil, které vznikají na přechodu mezi oblastmi plic s rozdílnou regionální poddajností. Nebo známe volutrauma, které je způsobeno nadměrou dechových objemů. Postižení plic se projevuje intersticiálním plicním emfyzémem, pneumomediastinitidou nebo tenzním pneumothoraxem. Tenzní pneumothorax ohrožuje pacienta na životě a je zapotřebí brát toto v potaz kdykoli, pokud pacient na UPV začne jevit známky neklidu a současně u něj dojde k náhlému zhoršení parametrů krevních plynů a k oběhové nestabilitě. Aby nedocházelo k poškození plicní tkáně v průběhu UPV, nastavujeme dechové objemy obvykle v rozmezí 5-8 ml/kg, snížíme alveolární tlaky a použijeme optimální hodnoty PEEP. Už v 60. letech 20. století byly rozpoznány negativní účinky UPV pozitivním přetlakem na plicní strukturu a jejich funkce. V 70. letech Tierney s Webbem prokázali na potkanech a později na větších savcích, že agresivní ventilace pozitivním přetlakem vede k rozvoji poškození plic, tj. plicnímu edému, atelektázám, hemoragiím, tenznímu pneumothoraxu. Označili tento jev jako plicní poškození způsobené umělou plicní ventilací – ventilator-induced lung injury (VILI). Obvyklý pohled na poškození plic sestává minimálně ze tří mechanismů, a to ze strukturální disrupce spojené s dysfunkcí surfaktantu a biotraumatu – poškození, jenž je způsobeno mechanismy zánětlivé reakce. Umělá plicní ventilace nemusí mít negativní účinek jen na plíce, ale také mimo ně. Například při zvýšení nitrohruďního tlaku, které se děje při přetlakové ventilaci, spojené s poklesem žilního návratu vede ke kardiovaskulárním důsledkům. (Frei a kol., 2015 str. 36) píše: „*Hyperinflace plic při nutnosti aplikace vysokých inspiračních tlaků vede ke zvýšení plicní vaskulární rezistence, vzestupu dotížení a zvýšení diastolického objemu pravé komory s možným přesunem komorového septa zhoršujícím plnění levé komory.*“ Mezi další mimoplicní nežádoucí účinky patří renální účinky, při nichž se snižuje diuréza, poklesne glomerulární filtrace a redukuje se průtok krve ledvinami. Jaterní a gastrointestinální účinky jsou pravděpodobně způsobeny více faktory. Zvyšuje se žilní tlak, tlak ve žlučových cestách, dochází ke snížení srdečního výdeje a tím k poklesu perfuze jater a zvýšení jaterní cévní rezistence. Při zvýšení středního nitrohruďního tlaku je možné, že dojde k ovlivnění srdečního výdeje a tím i hodnot centrálního žilního tlaku (CVP). Mezi další možné nežádoucí účinky přetlakové ventilace jsou nechtěná respirační alkalóza, zvýšení intrakraniálního tlaku či distenze žaludku. Příkladem komplikací souvisejících s vybavením je selhání cyklu ventilátoru, selhání správné funkce bezpečnostních alarmů a selhání správného ohřevu nebo zvlhčování vdechovaného plynu. Snad nejobávanějšími zdravotními komplikacemi, které se vyskytují při mechanické ventilaci jsou, jak již bylo zmíněno pneumotorax, také bronchopleurální píštěl a vznik nozokomiální pneumonie. Tyto komplikace mohou být způsobeny jak narušením

obranyschopnosti pacienta a normální integrity tkání, tak přítomností ventilátoru jako takového. Různé "nehody" kterým se lze vyhnout, způsobené především nedostatky v porozumění a komunikaci mezi lékaři a sestrami, kteří o ventilovaného pacienta pečují, mohou nepříznivě ovlivnit pohodlí, morbiditu a konečný výsledek. (Kapounová, 2020 stránky 254, 260; Frei a kol., 2015 stránky 35, 36; Dostál a kolektiv, 2014 stránky 79, 80, 84-86; Marková, a další, 2008 stránky 79, 81; Pierson, 1990)

### 3 SPECIFIKA VÝŽIVY U PACIENTŮ NA UMĚLÉ PLICNÍ VENTILACI

Příjem potravy a tekutin je jedna ze základních biologických potřeb člověka. Podávání enterální výživy pacientům na odděleních intenzivní péče úzce souvisí s UPV. Ventilovaní pacienti, kteří mají zajištěné dýchací cesty endotracheální kanylou nejsou schopni přijímat potravu perorálně, a proto jsou závislí na enterální či parenterální výživě, která jim zajišťuje potřebu energie i bílkovin. Jediná možnost výživy u těchto pacientů je enterální či parenterální cestou. Vždy je možností první volby výživa enterální, která je fyziologická pro organismus. Enterální výživa je podpůrná léčba a může ovlivnit výsledky pacientů na jednotce intenzivní péče. Bylo prokázáno, že časná enterální výživa snižuje počet komplikací a délku hospitalizace a zlepšuje prognózu při propuštění pacienta. Nutriční podpora je u pacientů na mechanické ventilaci jedinečná, a jak ukazuje nedávno publikovaná literatura, měla by být přizpůsobena základní patologii daného jedince. (Allen, a další, 2019; Kapounová, 2020 str. 49; Křížová, a další, 2019 str. 40)

#### 3.1 Malnutrice

Malnutrici považujeme za patologický stav, k němuž dochází při nedostatku nebo nevyrovnaném příjmu živin. Pro pokročilá stadia užíváme termín kachexie, pro nejvyšší stupeň kachexie pak slovo marasmus. Malnutrice se vyskytuje u 19-80 % hospitalizovaných pacientů, a proto patří mezi nejčastější situace, se kterými se můžeme setkat napříč všemi medicínskými obory po celém světě. Nemocní v kritickém stavu patří do rizikové skupiny ohrožených malnutricí. Malnutrice u nemocných v intenzivní péči se udává 65 %, je většinou proteinová. (Zadák, 2008 str. 191) uvádí že: „U 3-4 % hospitalizovaných pacientů je malnutrice natolik závažná, že pokud není léčena umělou výživou, vede ke smrti nemocného.“ U 40 % pacientů malnutrice prodlužuje hospitalizaci a tím i zvyšuje náklad-

nost léčby. Příčin malnutrice je celá řada. Nemocní po operacích, s polytraumaty, v sepsi, s orgánovou insuficiencí či selháváním mají zvýšené ztráty a tím i zvýšené nároky na výživu. Dle patofyziologie malnutrici dělíme na protein-energetický typ (marasmus), který bývá způsoben sníženou dodávkou energie a bílkovin a proteinový typ (kwashiorkor), jenž vzniká při selektivním nedostatku bílkovin nebo jejich zvýšeném katabolismu, zatímco je zachován příjem ostatních živin. Mechanismem kwashiorkorového typu je situace, kdy má pacient katabolizující onemocnění, a to je příčinou stresového hladovění, dojde tedy k přechodu marantického typu do kwashiorkorového. Malnutrici lze také chápat jako nekomplikovanou neboli nestresovou, způsobenou nestresovým hladověním a stresovou, kdy dochází ke stresovému hladovění se zvýšeným katabolismem strukturálních proteinů. Stresová proteinová malnutrice se rychle rozvíjí a její známky lze vysledovat již za několik dní. Všeobecná sestra má v kompetenci dle vyhlášky 55/2011 Sb. § 4 ve znění pozdějších předpisů vyhodnocovat rizikové faktory a projevy onemocnění za použití měřících technik používaných v ošetrovatelské praxi. Stav nutrice všeobecná sestra může změřit již běžnou antropometrickou kalkulací BMI (Body Mass Index), spočítá ji podílem hmotnosti v kg a výšce pacienta v metrech na druhou. Malnutrici lze diagnostikovat pomocí imunologických (dle počtu lymfocytů), laboratorních metod a antropometrických ukazatelů, kdy se měří obvody na paži, ale u stresové malnutrice tyto nejsou přesným ukazatelem. Nejdůležitějším měřítkem nutričního stavu u proteinové malnutrice je stanovení hladin sérových bílkovin, tzn. hladiny celkové bílkoviny, albuminu, prealbuminu a transferinu. Dále je možno provést nutriční screening pomocí screeningového dotazníku příkladně dotazníku NRS 2002 (Nutritional Risk Screening 2002), který by se měl dělat jednou za týden a měl by být součástí ošetrovatelské dokumentace. Na stresovou malnutrici je vždy nutno myslet u kriticky nemocných, protože bývá spojena s různými komplikacemi a výrazně navyšuje riziko mortality, některé zdroje uvádí až 30 %. Malnutrice má dopad na všechny orgánové soustavy včetně dýchací, u níž postihuje její funkce. Pokud dojde ke ztrátě bílkovin v dýchacím svalstvu cca o 20 %, následuje změna svalové síly i změna struktury dýchacího svalstva. U bránice také dochází ke změně, zmenší se její svalová hmota a tím dojde ke snížení maximální ventilace a respirační síly. Mohou se též vyskytovat poruchy inervace respiračního svalstva a tím dojde ke snížení ventilace. Pacienti začnou trpět hypoventilací, hyperkapnií a hypoxií a u méně ventilovaných částí plic se vytratí jejich vzdušnost a tím se zvyšuje frekvence respiračních infektů. Respirační infekce jsou pak projevem imunosuprese z hladu v kontextu se snížením svalové síly a hypoventilací. Změny a atrofie dechového svalstva se výrazně projevují u nemocných na umělé plicní ventilaci, protože svalovou

práci přebírá ventilátor a svalstvo, jež není stimulováno k činnosti při malnutrici atrofuje rychleji a je zvýrazněná porucha jeho funkce. Z tohoto důvodu u pacientů v intenzivní péči, a především u ventilovaných dbáme na to, aby u nich byla indikována a podávána adekvátní výživa, aby k malnutrici, pokud možno vůbec nedošlo. (Zadák, 2008 stránky 191-192, 212; Svačina et al., 2010 stránky 332, 333; Kasal a kol., 2004 str. 112; Kapounová, 2020 str. 52; Křížová, a další, 2019 str. 12)

### **3.2 Zajištění nutrice u ventilovaného pacienta**

V intenzivní péči, obzvláště u ventilovaných pacientů má umělá výživa nezastupitelné místo. V situaci, kdy přijatá strava zcela nepokrývá nutriční nároky, je z nějakého důvodu kontraindikována, nebo pokud pacient potravu nemá možnost perorálně přijímat, lékař indikuje enterální či parenterální výživu. Oba způsoby podání umělé výživy mají své indikace a kontraindikace a výhody, či nevýhody. Je však třeba zdůraznit, že parenterální a enterální výživa se často kombinují, nebo následují po sobě. K zahájení nutriční podpory přistupujeme, pokud pacient není schopen přijímat potravu déle než tři dny, nebo pokud dojde k narušení nutričního stavu před vznikem onemocnění, na začátku léčby, či pokud je pacient přijat na jednotku intenzivní péče. *„Nejčastější příčinou neschopnosti normálně přijímat potravu je neprůchodnost v GIT nebo narušení funkčních schopností traktu trávit a resorbovat živiny. Dalšími důvody jsou torpidní zvracení, průjem, který není možné účinně ovlivnit léčbou, a těžká kachektizující onemocnění, jako jsou rozsáhlé operace, traumata, nádory, či těžké infekce, při kterých nechutenství a výrazně zvýšená energetická potřeba neumožňují při perorálním příjmu zajistit dostatečné hrazení energie proteinů a stopových prvků.“* (Zadák, 2008 str. 215) U pacientů na umělé plicní ventilaci, kteří mají funkční zažívací trakt se předem kloníme k užití enterální výživy. Parenterální výživa bývá primárně užívána při stavech, kdy není možno využít enterální výživu, jako např. u ileózních stavů, po velkých operacích a po operacích na gastrointestinálním traktu. (Bartůněk, a další, 2016 str. 183; Křížová, a další, 2019 stránky 40, 41; Zadák, 2008 stránky 215, 219)

Stav výživy pacienta bezprostředně ovlivňuje funkce plic působením malnutrice na úbytek hmoty a výkonnosti dýchacího svalstva. *„Působení stavu výživy na metabolismus a fyziologii dýchání je známo dlouho. U pacientů s výraznou malnutricí, která zhoršuje respirační insuficienci, realimentace zřetelně zlepšuje plicní funkce a má vliv na morbiditu a mortalitu nemocných. U ventilovaných pacientů je závažná marantická a kwashiorkorová malnutrice s poruchou dechového svalstva častou příčinou nemožnosti odpojit nemocného od ventilátoru. Podobně také výrazná obezita zvyšuje ventilační nároky a je jedním*

*z častých důvodů neodpojitelnosti nemocného od ventilátoru. Podrobné a přesné stanovení nutriční situace nemocného umožňuje cíleně zahájit parenterální nebo enterální výživu, a tím optimalizovat využití energie a proteosyntézu v dýchacích svalech u pacientů s plicní nedostatečností.“ (Zadák, 2008 str. 367)*



Obrázek 6: Způsoby podání výživy.

Zdroj: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrovatelske\\_postupy/web/pages/09-vyziva.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrovatelske_postupy/web/pages/09-vyziva.html)

### 3.2.1 Parenterální výživa u pacienta s potřebou umělé plicní ventilace

Parenterální výživou se rozumí podání výživy přímo do cévního systému pacienta pomocí předem připravených roztoků, nikoli tedy do zažívacího traktu. Parenterální výživu lze podávat kanylou do periferní žíly nebo pokud předpokládáme trvání indikace parenterální výživy po delší dobu do centrální žíly. Parenterální výživa by však měla být indikována jen za předpokladu, že nelze podávat stravu per os, či enterálně sondou, tzn. pokud je GIT nefunkční, pacient enterální výživu netoleruje, nebo nemůže být stravou zatěžován. Při počátcích parenterální výživy se mělo za to, že je parenterální výživa lepší a upřednostňovala se před enterální. Postupem času se ukázalo, že je u této cesty podávání výživy zvýšené riziko komplikací. Protože podávání parenterálně není fyziologickým příjmem (obchází portální řečiště) potravy, je spojena s vyšší incidencí metabolických i orgánových komplikací a je také finančně nákladnější než výživa enterální. Parenterální výživa je

v současnosti vyhrazena pro stavy, jenž neumožňují využít enterální cestu podávání stravy. Také v situacích, kdy technicky nelze zavést enterální sondu, příkladně u nemocných s těžkým traumatem nebo popáleninami v obličeji. Parenterální výživa bývá často spojena s atrofií střevní sliznice, je rizikovější kvůli zavedení kanyly do velkých cév s možnou katórovou sepsí, či vznikem trombózy a je náročnější na práci sestry. Ač se tato výživa podává zásadně řízenou infuzí přes infuzní pumpu, dochází např. k přetížení cévního řečiště tekutinami, k jaterní steatóze z přívodu nadbytečného množství glukózy, nebo hyperlipidemií apod. (Altintas, a další, 2011) píše o studii jež proběhla od roku 2004 do roku 2006, kde byla porovnávána míra výskytu a výsledky ventilátorem asociované pneumonie u mechanicky ventilovaných pacientů na jednotkách intenzivní péče, kteří dostávali enterální a parenterální výživu. Závěrem studie bylo, že se míra výskytu ventilátorové pneumonie, doba pobytu na jednotce intenzivní péče a míra úmrtnosti u obou skupin příliš nelišila. Ve skupině s parenterální výživou byla doba trvání mechanické ventilace delší, ale výživového cíle bylo dosaženo dříve. U pacientů, kteří přijímali enterální výživu trvala mechanická ventilace kratší dobu. Proto je enterální výživa u ventilovaných pacientů stále obhajována a považována za účinnější. (Urbánek, a další, 2008 str. 61; Zadák, 2008 str. 219; Kasal a kol., 2004 str. 115; Křížová, a další, 2019 str. 53; Altintas, a další, 2011)

### **3.2.2 Enterální výživa u pacienta na umělé plicní ventilaci**

Enterální výživa je podávání farmaceuticky připravených roztoků do zažívacího traktu pacienta. Na trhu jsou dražší, předem připravené roztoky a levnější ve formách prášku, který se těsně před podáním zalije převařenou vodou. Podávání mixované kuchyňsky připravené stravy je dnes považováno za obsoletní, protože je nemožné touto cestou zajistit přesně požadované množství živin, výroba také neumožňuje zachovat stravu sterilní. Enterální výživa způsobuje méně komplikací než parenterální výživa, je bezpečnější a její náklady jsou sedmkrát nižší ve srovnání s náklady na parenterální výživu. U pacientů, u nichž je zjištěna podvýživa nebo u nichž hrozí nutriční riziko, je třeba v první řadě pomýšlet na enterální výživu. (Urbánek, a další, 2008 str. 46; Křížová, a další, 2019 stránky 42, 44, 45; Arsava, 2017 str. 51)

## **3.3 Historie enterální výživy**

Specializovaná nutriční podpora, zejména enterální výživa, je používána již po staletí. Technologický pokrok ovlivnil podávání enterální výživy. Vyvinuly se roztoky a zařízení pro výživu i techniky jejich umísťování. Enterální výživa urazila dlouhou cestu od svých počátků, sahá asi 3500 let do minulosti, kdy staří Řekové a Egypťané vpravovali do

konečníku výživné roztoky k léčbě různých střevních poruch. Historie terapie enterální výživou je plná zpráv o rektálním krmení i o krmení syrovými vaječnými, whisky a hovězími směsmi do žaludku. Zařízení pro výživu se vyvinula od kusu trubky s močovým měchýřem přivázaným k jednomu konci, který používal Hippokrates, až po dlouhé kusy gumových hadiček připojených k nálevkám nebo dřevěným stříkačkám. (Cresci, a další, 2006; Chernoff, 2006; Harkness, 2002)

### 3.3.1 Převrat v enterální výživě

Až do 16. století bylo možné podávat výživu sondou pouze rektálně, ale v roce 1598 profesor vědy a medicíny Hieronymus Capivaceus použil dutou trubici s měchýřem naplněným výživným roztokem a zavedl ji do jícnu. Tím učinil výživě zásadní pokrok. Následně byla tato technika zdokonalena vývojem pružnějších trubic, nejprve kožených a později gumových. Girolamo Fabrici d'Acquapendente v roce 1617 krmil pacienty pomocí stříbrné trubice, která byla obalena ovčím střevem. V roce 1646 Van Helmont vyrobil pružnou koženou trubičku pro krmení skrze jícen a v roce 1710 Boerhave navrhl, že by se trubička mohla používat pro krmení do žaludku. John Hunter je považován za vynálezce gastrické sondy po tom, co ji v roce 1790 popíše jako velrybí kost navlečenou do úhoří kůže, skrz níž podával tekutou směs cukru, mléka, vína a vajec svým pacientům. V roce 1803 Francouzi Renault a Dupuytren zdokonalili použití ohebné dlouhé trubice, aby dosáhla do žaludku. Sonda byla spojena na injekční stříkačku a sloužila k aspiraci tekutiny ze žaludku v případě otravy pacienta. Prvně tato metoda byla navržena Alexanderem Monroem v roce 1797, který ji užíval k extrakci tekutiny ze žaludku u otrávených lidí a také ke krmení pacientů s dysfagií. Na žaludeční sondu se zapomělo, až s příchodem roku 1869 Kussmaul použil sondu k laváži žaludku. Ewald zachránil život pacientovi, který se pokusil o sebevraždu tím, že onomu pacientovi v bezvědomí zavedl naolejovanou gumovou sondu do žaludku a provedl extrakci žaludečního obsahu. V díle „*Physiology and Pathology of Digestion*“ z roku 1886 se Ewald a Boas zmiňují o objevení kyseliny chlorovodíkové v žaludku, které dnes využíváme k ověření umístění nasogastrické sondy. Aspirovaný obsah ze sondy nanese na lakmusový papírek, který nám vyhodnotí pH získané tekutiny, pokud je kyselé, nachází se sonda v žaludku. (Harkness, 2002; Spink, 2019; Cameron, 2020; Friedenwald, a další, 1936)



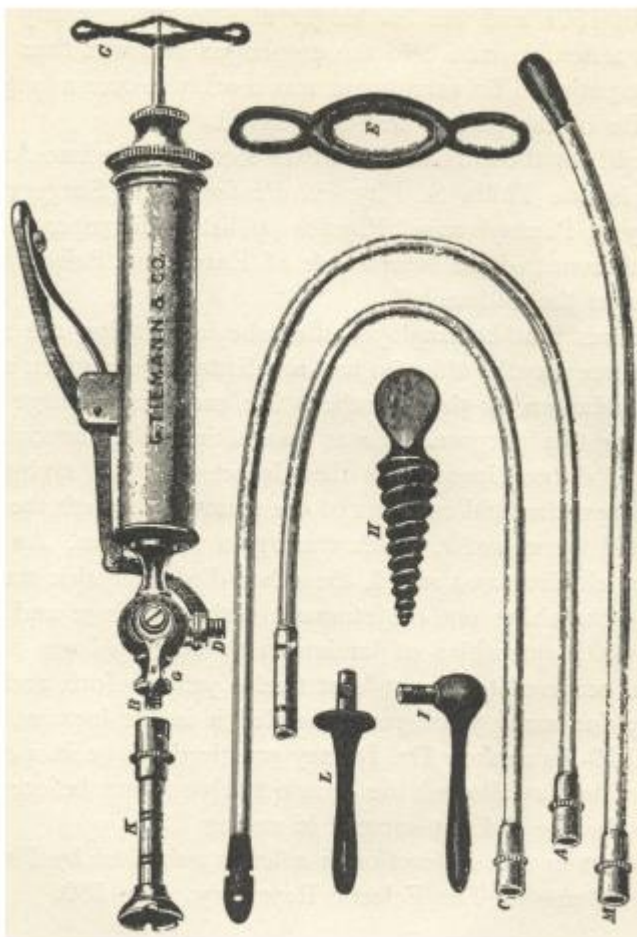


FIG. 2.

Taken from "Diseases of the Stomach." By John C. Hemmeter. Published, Philadelphia, P. Blakiston's Son & Co., 1902, page 125, titled: Stomach-Pump used only for Rapid Evacuation of Poisons.

Obrázek 7: Souprava na evakuaci jedu ze žaludku.

Zdroj: <https://www.jstor.org/stable/pdf/44438280.pdf>

### 3.3.2 Rektální výživa

Občasné používání výživy do horní části trávicího traktu pokračovalo i v průběhu 18. a 19. století, ale oblíbenou metodou pro zajištění enterální výživy pacientů byla výživa rektální. Jones-Humphreys roku 1891 uvedl, že k rektálnímu krmení pacienta používal kus gumové hadičky o průměru jedné osminy palce, který byl dlouhý 1,5 stopy. Tvrdil, že pokud je tekutina pomalu nalévána a nevrací se zpět, dochází k pomalému vstřebávání. Zastánci rektálního krmení stanovili, že je nutné podávat s výživou i slinivku břišní, která musela být čerstvá ze zabitého zvířete. Mezi další směsi, které se uváděly jako výživné klystýry patřil tabák, maso smíchané s voskem a škrobem i červeným vínem. Rektální cestou se podávala voda, fyziologický roztok a roztok glukózy až do roku 1940, ačkoli na po-

čátku 20. století se preferovanou cestou enterální výživy stalo podávání do žaludku. (Harkness, 2002)

### **3.3.3 Duodenální výživa**

V počátcích 20. století hlavním problémem při „orogastrické“ výživě byla nesnášlivost výživy. V roce 1910 Einhorn tento problém vyřešil zavedením malé zatížené gumové sondy, kterou nechal projít ústy až do dvanáctníku. Každé dvě hodiny touto cestou směsí vajec a mléka krmil tři pacienty a současně jim rektálně podával fyziologický roztok. Jakmile Einhorn v roce 1910 představil svou techniku podávání enterální výživy pomocí hadiček, renomovaní lékaři jeho metody přijali a začaly se vyvíjet moderní techniky žaludeční a střevní terapie a vysoce specializované enterální přípravky. Jedním z nich byl lékař W. G. Morgan, který onu směs před podáním začal ohřívat a cedit. C. R. Jones došel k objevu, že někteří pacienti nesnášejí podávání stravy bolusem, tak přišel roku 1916 s myšlenkou kontinuálního toku, kdy se začala enterální výživa podávat nemocnému po kapkách. Jones došel ke zjištění, že pacienti lépe snášejí kontinuální podávání výživy čili postupné zvyšování objemu, a tak navrhl postup kdy první den dával 2 unce sladkého mléka každé 2 hodiny po 60 až 120 kapkách za minutu s denním zvyšováním o 2 unce denně až na 12 uncí. To stejné následně doporučil pro podávání vajec. Nejprve se přidával vaječný bílek ke každému druhému krmení, poté se přidávalo celé vejce ke každému druhému krmení, a nakonec se přidávalo celé vejce při každém krmení. Pokud nedošlo k nesnášlivosti, která se projevovala průjmem nebo nadýmáním. Také obsah másla v mléce postupně navyšoval, aby se dosáhlo celkového množství 2350 kcal za den. Pacienti, které živil touto metodou údajně přežili měsíc a přibývali na váze. V roce 1921 se sonda dočkala modifikace, kterou zavedl Levin. Duodenální sonda byla vyrobena z hladké pryže a neobsahovala kovový hrot (závaží). Zpočátku se Levinova duodenální sonda užívala k výplachům. Levinova sonda se používá dodnes jako výživová. Duodenální sonda byla toho času užívána k živění pacientů, kteří trpěli dyspepsií nebo dlouho zvraceli. (Harkness, 2002; Vytečková, a další, 2013 str. 648; Friedenwald, a další, 1936)

### **3.3.4 Jejunální výživa**

V roce 1918 jako první Anderson uvedl, že během operace zavedl do jejunu hadičku a podával pacientovi roztok 200 ml peptonizovaného mléka, 15 g dextrózy a 8 ml whisky. Tento režim pokračoval každé 2 hodiny po operaci, aby se dosáhlo 2500 kcal za 24 hodin. Lékaři ze Sovětského svazu během druhé světové války také zmiňovali podávání jejunální výživy. Pacienty na operačním sále živili směsí, která obsahovala 400 ml mléka,

50 g másla, 2 vejce, 50 g cukru, 3-5 g soli a 50-70 ml destilovaného alkoholu. Po jednorázové bolusové aplikaci výživy se jejunální sonda odstraňovala. Tato metoda měla optimální účinky, které údajně bývaly patrné už přímo na operačním sále. Lékaři pozorovali u pacienta návrat barvy do tváří, zčervenání a zteplání rtů. Dle poznatků začala fungovat peristaltika střev. Puls byl údajně rytmický a mnohem lépe hmatný, dýchání bylo mnohem hlubší. Zdokonalení nasojejunální vyživovací sondy a směsi lze připsat dvěma skupinám lékařů. V roce 1939 Abbott a Rawson zkonstruovali dvojitou trubici se dvěma lumeny. Jeden lumen vedl do žaludku pro jeho odsávání a druhý končil v jejunu pro živení. (Harkness, 2002)

### **3.3.5 Zavedení modifikovaných makroživin do enterální výživy**

V roce 1939 Stengel a Ravdin použili Abbottovu trubici k podávání částečně natrávené směsi výživy pacientovi. Stengelova a Ravdinova krmná směs sestávala ze sterilní směsi okyseleného odstředěného mléka, pepsinu, hydrogenuhličitanu sodného, chloridu sodného a dextrózy. Kromě toho tito výzkumníci podporovali přidání viosterolu z oleje z rybích jater, thiamin-chloridu, kyseliny nikotinové a vitamínu C. V roce 1939 Stengel a Ravdin navrhli první hydrolyzát kaseinu (protein). Stengelův a Ravdinův enterální produkt dodával v průměru 74 g bílkovin a 181 g glukózy v 1024 kcal. Kromě toho Stengel významně přispěl k pokroku v oblasti enterální výživy i několika dalšími poznatky, včetně vývoje automatického zařízení pro podávání výživy, které vzniklo úpravou transfuzní pumpy. Co Tui a spol publikovali v roce 1940 výzkum o úloze enterální výživy ve vztahu k výsledku léčby pacienta. Léčili 8 pacientů vysokoenergetickou jejunální výživou zahájenou 2 hodiny po operaci. Pacienti dostávali roztok kaseinového hydrolyzátu a maltodextrózy, který dodával více než 50 kcal/kg a 0,6 g dusíku/kg. Pacienti krmeni vysokoenergetickým roztokem přibývali na váze, udržovali si pozitivní dusíkovou bilanci a zůstávali na lůžku poloviční dobu než kontrolní pacienti, kterým byly podávány periferní infuze glukózy a fyziologického roztoku a 6. pooperační den perorální dávky čaje, cukru a pepsinovaného mléka. Úloha výživy při zotavování pacientů byla nadále zkoumána, protože se objevily zprávy o pacientech s negativní dusíkovou bilancí. V této době se stalo důležité nastolení pozitivní dusíkové bilance u pacientů po operaci a lékaři se začali zaměřovat na množství dusíku podávaného pacientům. V průběhu 40. let 20. století dospěl Bisgard k závěru, že parenterální tekutinová terapie není nutná, protože stejně hodnotnou výživu lze podávat prostřednictvím sondy. Shledal, že do roztoku podávaného sondou je třeba přidávat vitaminy. Bisgard byl navíc zastáncem časně pooperační nutriční podpory a praktikoval

techniku chirurgického zavedení nasojejunální výživové sondy, přes kterou pacienty krmil ihned po operaci. Perorální výživa byla zahájena až 4. pooperační den a výživa přes jejunum pokračovala do 7. nebo 8. dne. Modifikace vyživovacích trubiček a roztoků pokračovaly a v roce 1952 o nich informovali Fallis a Barren, kteří používali polyethylenové sondy a zaváděli je nasogastricky pomocí rtuť naplněného balonku, který byl k trubičce připojen pomocí catgut stehů, které se v žaludku rozpustily. Roztok pro podávání do sondy byl vyroben z homogenizovaného mléka, hydrolyzátu, cerelózy (částečně hydrolyzovaný obilný škrob), sušeného mléka, vajec, vody a elektrolytů. (Harkness, 2002; Campbell, 2006)

### **3.3.6 Výroba komerčních enterálních přípravků**

S tím, jak společnosti jako Mead Johnson a Wyeth-Ayerst zdokonalovaly postupy výroby komerčních enterálních přípravků, se vyostřila debata o nejvhodnějším typu přípravku pro sondovou výživu. Používalo se mnoho různých krmných směsí, včetně homogenizovaných potravin v kombinaci s doplňkovými mléčnými výrobky, též elementární výživa ve sterilních uzavřených nádobách. V roce 1954 přispěli do diskuse Pareira a další zveřejněním výsledků rozsáhlé studie svého přípravku pro enterální výživu v tubě, což byla směs v prášku, která se před podáním pacientovi měla smísit s vodou. Tato směs, vyvinuta ve spolupráci s firmou Mead Johnson, se skládala ze sušeného plnotučného mléka, odtučněné mléčné sušiny, kaseinátu vápenatého, dextrózy, maltodextrózy, osmi vitaminů (thiamin, ribo-flavin, kyselina askorbová, niacin, kyselina pantothenová, pyridoxin, kyselina listová a vitamin B-12), osmi minerálů (vápník, fosfor, draslík, sodík, chlorid, síra, hořčík a železo) a cholinu. Experimentální přípravek určený k podávání nasogastrickou sondou dodával 3500 kcal, 210 g bílkovin, 600 g sacharidů, 30 g tuků. Do studie bylo zařazeno 240 pacientů, kteří byli krmeni výhradně enterální výživou po dobu od 4 do 63 dnů. Přípravek byl podáván nepřetržitě 24 hodin denně, přerušovaně ve 4 až 6 dávkách denně nebo kombinací těchto dvou metod. U 7 % pacientů se vyskytly gastrointestinální potíže a u 2 % byla výživa sondou přerušena z důvodu těžkého průjmu. Nebyly hlášeny žádné případy aspirace výživy nebo ucpání sondy. (Harkness, 2002; Campbell, 2006)

### **3.3.7 Kuchyňsky připravovaná enterální výživa**

Vyšší úrovně enterální výživa začala dosahovat až ve čtyřicátých letech 20. století, kdy se začaly vyrábět mixéry. V letech 1953 a 1956 publikoval Barron se svými kolegy z nemocnice Henryho Forda v Detroitu řadu prací o enterální výživě. Barron obhajoval používání výživy sondou vyráběné v nemocničních kuchyních jako lépe snášenou, medicínsky vhodnější a cenově výhodnější než komerčně připravované preparáty. Podle Barrona a

False se hromadily důkazy, jenž stále více zdůrazňovaly složitost nutričních potřeb lidského těla. Do této doby neznali žádný průmyslově vyráběný přípravek, který by předčil nebo se dokonce vyrovnal takovým přirozeným potravinám, jako jsou hovězí steaky, játra, vejce, mléko, ovoce a zelenina. Metoda výroby enterální výživy v nemocnici Henryho Forda spočívala v používání rozmixované nemocniční stravy ceděné přes jemná síta a potravin zpracovaných přes mlýnek. "Large Serum Mills or Comminuting Machines for Large Scale Use" byly stroje, které dokázaly rychle a ve velkém měřítku rozmixovat a zkapalnit pevnou stravu, což umožňovalo její masovou výrobu. Mixovaná směs dodávala 180 g bílkovin a 2600 kcal denně a její výroba v nemocniční kuchyni stála 1,80 amerických dolarů denně. Barron a další vyvinuli s pomocí společnosti Chrysler Corporation (nyní Daimler Chrysler, Auburn Hills, Mich) pumpu, která směs tlačila do sondy. Pacient mohl sedět, ležet, stát a otáčet se, aniž by se průtok výživy zastavil. Pumpa byla nehlukná, lehká, kompaktní a spolehlivá. Ač svého času kuchyňsky připravovaná strava byla trendem, později se ukázalo, že špatně rozmixovaná výživa má tendenci ucpávat sondu a kvůli své nesterilní přípravě bývá kolonizována mikroorganismy a pacient je zbytečně vystavován riziku infekce. Dnes se využívá především v domácí péči pro aplikaci do PEGu. (Johnson, a další, 2020; Harkness, 2002; Baniardalan, a další, 2014; Urbánek, a další, 2008 str. 55; Svačina et al., 2010 str. 382)

### **3.3.8 Chemicky definované enterální přípravky**

Koncem 50. a 60. let 20. století se enterální výživa orientovala na chemicky definované formule. V onu dobu se začal klást větší důraz na používání antiseptických postupů v nemocnicích i během přípravy enterální výživy. Koncem 60. a 70. let 20. století zastánci používání chemicky definovaných tekutých dietních směsí nadále zdůrazňovali jejich výhody. V roce 1967 Butler napsal článek, ve kterém chválil používání chemicky definovaných tekutých diet, a ve kterém popsal, jak mohou být enterální formule upraveny dietologem, tak aby vyhovovaly individuálním potřebám pacienta. Podle Butlera mohl dietolog namíchat části porcovaných, komerčně dostupných práškových produktů pro pacienty bez specializovaných nutričních potřeb nebo použít modulární komponenty ke specializaci diety. Butler byl přesvědčen, že enterální výživa je velmi prospěšná, a dle jeho názoru je jídlo fyziologický lék a může vést pouze ke zvýšení účinnosti složitého lidského mechanismu. Od roku 1968 se začala aplikovat parenterální výživa na celou řadu problémů, jako např. u pacientů v perioperační péči, z důvodu infekcí, ileu. Navzdory rozšířenému používání parenterální výživy stále existovali lékaři, kteří se domnívali, že enterální cestou je

možné stravovat téměř všechny pacienty. Chemicky definovaná enterální výživa dnešní doby se dále dělí na elementární a oligomerní. Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma výživami je způsob krytí potřeby dusíku. Elementární výživa obsahuje aminokyseliny a oligomerní výživa oligopeptidy. U chemicky definované výživy se kvůli vyšší osmolalitě zvyšuje i riziko průjmu. Proto se tato výživa aplikuje kontinuálně pumpou nejčastěji nasojejunální sondou. (De Bandt, 2022; Harkness, 2002; Svačina et al., 2010)

### 3.3.9 Elementární výživa

V roce 1968 popsali Thompson a spol případ pacienta s pouhými 4 cm jejunu, který byl krmen enterální výživou. Thompson a jeho kolegové navrhli elementární dietu (Codelid Elemental Diet, často označovanou jako "vesmírná dieta") podle vzoru diety používané v americkém vesmírném programu. Tato strava dodávala základní živiny a současně vyžadovala minimální trávení, rychle se vstřebávala a produkovala málo zbytků. Elementární dieta byla zahájena 39. pooperační den, přičemž před 39. dnem pacient dostával parenterální výživu a hydrolyzát kaseinu gastrostomií. Po zahájení elementární diety Codelid byla u pacienta hlášena pozitivní dusíková bilance, ale pokračovala u něj sepsa a 85. den zemřel. Výsledky pitvy odhalily důležitý nález. Navzdory ztrátě žaludečního epitelu byla v duodenu a zbývajících 4 cm jejunu zvýšená výška klků a absorpční kapacita. V roce 1969 Stephens a Randall uvedli výsledky klinické studie s elementární dietou Codelid podávanou 7 katabolickým pacientům se stavu, jako je syndrom krátkého střeva po masivní resekci střeva, gastrointestinální píštěle, pankreatitida, ulcerózní kolitida a Crohnova choroba v nemocnici Rhode Island v Providence. Čtyři z těchto pacientů dostávali doplňkovou parenterální podporu pro hospodaření s tekutinami a elektrolyty, energií a bílkovinami. U pacientů se zánětlivým onemocněním střev nebo pankreatitidou bylo dosaženo pozitivní dusíkové bilance a v některých případech byl zaznamenán přírůstek hmotnosti. U jednoho pacienta došlo ke spontánnímu uzavření píštěle. Následné studie zjistily, že elementární diety jsou cenným způsobem výživy pro pacienty, kteří potřebují výživu pomocí jejunostomie z důvodu píštělí nebo chirurgických resekcí. S rostoucí dostupností a výrobou komerčních enterálních produktů na přelomu 60. a 70. let 20. století začaly nemocnice zkoumat náklady na výrobu vlastních směsných produktů. Přestože nákup komerčních přípravků byl dražší než výroba plnotučné nebo mléčné mixované stravy v nemocniční kuchyni, úspora práce byla značná. Navíc ti, kteří se zabývali vybavením, hygienou, osmolaritou a viskozitou, upřednostňovali používání komerčních konzervovaných enterálních produktů. (Campbell, 2006; Harkness, 2002; De Bandt, 2022)

### **3.3.10 Modernizace komerčně vyráběných přípravků**

V roce 1970 publikovali Gormican a Catli své postupy vývoje a výsledky testů enterálního produktu, který měl být nutričně vhodný, bez významné bakteriální kontaminace, snadno podávaný, s konzistentní viskozitou a nízkonákladný. Receptura z Wisconsinu, která byla vytvořena ve spolupráci se společností Gerber Products Company (Fremont, Mich) měla dodávat poměr sacharidů, bílkovin a tuků, který běžně konzumuje zdravý člověk. Nejvýraznější změnou bylo množství tuku (33 g/l), které bylo mnohem vyšší než množství zjištěné v komerčně dostupných dehydratovaných výrobcích (2 mg/l). Gormican a Catli podávali tento přípravek 83 pacientům a 5 zdravým mužům a zjistili, že se výrazně snížily gastrointestinální problémy, zejména průjmy, ve srovnání se studiiemi pacientů, kteří byli krmeni elementární stravou. Všechna měření retence dusíku byla pozitivní a studie absorpce tuků neprokázaly žádnou malabsorpci tuků. Vývoj této formule významně přispěl k argumentaci, že pacientům je třeba podávat co nejnornálnější stravu. Většina dnešních enterálních přípravků je založena na myšlence podávání v poměru sacharidů, tuků a bílkovin, který se vyskytuje ve standardní stravě. Většina výrobků však neobsahuje laktózu a jako zdroj bílkovin používá hydrolyzáty kaseinu. Sacharidy používané v enterálních výrobcích jsou především maltodextrin a sacharóza, zatímco tuk pochází z rostlinných olejů. Všechny výrobky dodávají esenciální vitaminy a minerální látky a některé obsahují vlákninu. (Svačina et al., 2010 stránky 380-381; Zadák, a další, 2009; Křížová, a další, 2019 stránky 28-31; Harkness, 2002)

### **3.3.11 Enterální výživa 21. století**

Dnes dělíme enterální výživu do třech skupin. Rozlišujeme polymerní výživu, oligomerní výživu a orgánově specifickou výživu. Složení polymerní výživy obsahuje jednotlivé složky výživy v původní formě. Lze ji označit i jako nutričně definovanou výživu. Dusík je zde podáván ve formě proteinu, sacharidy jsou dodávány ve formě oligosacharidů, škrobů či maltodextrinů. Tyto přípravky jsou často obohaceny o vlákninu, která snižuje vznik obstipace. U všech pacientů, kteří mají funkční alespoň část tlustého střeva by měla být vláknina jednou ze standardních složek. Polymerní výživa je určena k sippingu a podávání do žaludku nebo duodena. Je využitelná pro většinu pacientů. Oligomerní výživa označována také jako chemicky definovaná obsahuje rozštěpené živiny – aminokyseliny nebo oligopeptidy. Tato výživa je vyhrazena pro podávání výživy do jejunu, protože ke svému vstřebávání nepotřebuje využít trávicích enzymů. Orgánově specifická výživa je založena na tom, že některé složky, příkladně aminokyseliny lze ve farmakologických dávkách využít k podpurné cílené léčbě určitých chorobných stavů. (Zadák, 2008 str. 288)

uvádí: „*Nutriční profil těchto specializovaných enterálních formulí je připraven tak, aby vyhovoval metabolickým abnormalitám, metabolickým dysfunkcím a změně potřeby určitých nutričních substrátů pro specifické podmínky některých chorob a patologických stavů.*“ Současné vědecké výzkumy se zaměřují na reakce organismu na poškození a na využití jednotlivých složek výživy jako doplňkové terapie při léčbě nemocí. Například jednotlivé živiny, jako je arginin a omega-3 mastné kyseliny, jsou studovány jako látky podporující hojení ran a imunitní odpověď. Glutamin se přidává do enterálních přípravků na podporu sliznice GITu, také má svou roli u hyperkatabolických stavů jako jsou polytraumata nebo těžké sepsy. Nestavitelné oligosacharidy jsou navrhovány jako stimulatory růstu prospěšných bakterií v gastrointestinálním traktu. Nemocnice již běžně nepřipravují sondovou výživu z potravin vyrobených ve vlastních kuchyních a v současné době se prodává pouze několik enterálních produktů na bázi potravin. Odborníci na lékařskou výživu se však vrátili k mnoha postupům z minulosti, jako je časná pooperační enterální výživa, jejunální výživa, poskytování enterální výživy pacientům s těžkými gastrointestinálními abnormalitami a využívání nutriční podpory jako nedílné součásti léčby úrazů a nemocí. Výzkumníci a lékaři z počátku a poloviny 20. století se zabývali otázkami týkajícími se enterální nutriční terapie, které jsou diskutovány dodnes, jako jsou obavy z tolerance, umístění sondy, výběr receptury, složení živin, časná pooperační nutriční podpora a použití enterální nutriční terapie jako doplňkové léčby. (Harkness, 2002; Zadák, a další, 2009; Svačina et al., 2010 str. 381; Křížová, a další, 2019 str. 45; Zadák, 2008 str. 288)

### **3.4 Výhody a indikace enterální výživy**

Jedna z mnoha výhod enterální výživy je, že je přirozenou cestou příjmu, stimuluje motilitu střev, trofiku, perfuzi a sekreci gastrointestinálních hormonů. Udržuje také bariérovou funkci střeva a fyziologickou střevní mikroflóru. Má snazší a jednodušší aplikaci a má méně komplikací. Je prevencí peptických (stresových) vředů žaludku a v neposlední řadě, jak již bylo zmíněno levnější než výživa parenterální.

Indikace jsou dosti široké. Zejména v péči o kriticky nemocné má enterální výživa nezastupitelné místo. Lze ji indikovat u syndromu krátkého střeva, u závažných postižení CNS, kde není umožněno podávání stravy per os, při onkologických onemocněních, a především v akutních stavech např. při polytraumatech po odeznění šokového stavu, pokud však není trauma gastrointestinálního traktu. Enterální výživa se užívá při poranění CNS a obličejových traumatech, v septických stavech, po otorinolaryngologických operacích a po některých operacích na GIT. Dále se enterální výživa podává u pacientů trpících malnutri-



cí, nebo těm kteří mají zvýšené riziko podvýživy. Užít se dá napříč všemi medicínskými obory. Podmínkou použití je funkční gastrointestinální trakt pacienta. (Urbánek, a další, 2008 stránky 46, 47; Křížová, a další, 2019 str. 42)

### **3.5 Kontraindikace enterální výživy**

Enterální výživa v některých případech může být kontraindikována. Jedná se o střevní insuficienci, ztrátu střevní funkce v důsledku situací, jako je např. těžký zánět nebo pooperační ileus. Dále při šokových stavech s oběhovou nestabilitou, v bezprostředním posttraumatickém či pooperačním stavu. Absolutně se nedoporučuje u náhlých příhod břišních, u velkých ztrát střevního obsahu píštělemi, ani u krvácení do GIT. Také pokud má pacient úplnou střevní obstrukci, při nemožnosti přístupu enterální cestou, v situacích, které mohou způsobit etické problémy, jako jsou pacienti v terminálním stádiu. (Urbánek, a další, 2008 str. 47; Arsava, 2017 str. 52)

### **3.6 Cesty podání enterální výživy**

Enterální výživa se podává do různých částí zažívacího traktu. Způsob podání musí být zvážen dle indikace, předpokládané délky aplikace výživy a dle celkového stavu pacienta a jeho prognózy. Přístupy sondové výživy dělíme na tři základní, a to gastrický, duodenální a jejunální. Gastrickou cestu podání enterální výživy zastupuje nasogastrická sonda (NGS) nebo gastrostomie (PEG), neboli umělé vyústění žaludku na povrch. Za duodenální přístup považujeme nasoduodenální sondu, která bývá zavedena nosním průduchem skrz trávicí trubici až do duodena. Formou jejunální je J-PEG nebo nasojejunální sonda, která je zavedena taktéž nosem, ale až do jejunu. U pacientů, kteří jsou řízeně ventilováni zásadně přistupujeme k výživě za pomoci nasogastrické sondy či PEGu. (Urbánek, a další, 2008 str. 47; Křížová, a další, 2019 str. 44; Zadák, 2008 str. 218)

### **3.7 Technika podávání enterální výživy**

Nejjednodušším způsobem podávání enterální výživy je přívod pomocí gravitačního spádu. Používá se u stabilních pacientů, kteří dobře tolerují nerovnoměrnost přívodu gravitačním spádem. Tento způsob vyžaduje použití sondy s širokým průměrem. Je to způsob citlivý na změnu polohy pacienta a při sníženém průtoku, jenž může být způsoben zalomením sondy, může snáze dojít k ucpání přívodního setu i samotné sondy. Výhodnější cestou pro nestabilní pacienty je použití techniky podávání přes enterální pumpu. Pumpa umožňuje přesné dávkování enterálních přípravků. Přívod enterálního přípravku může být rovnoměrný a velmi pomalý, což umožňuje použití tenké tzv. filiformní sondy. Rovnoměr-

ný přívod umožňuje podávat přípravky nestabilním pacientům, kteří mohou mít velmi proměnlivou funkci gastrointestinálního traktu, obleněnou peristaltiku, anebo sníženou absorpční schopnost střev. Enterální pumpy mohou být programované tak, že přivádí výživu pacientovi zcela rovnoměrně, s intermitentními přestávkami nebo v malých dávkách. Enterální pumpa bývá zpravidla vybavena světelným a zvukovým alarmem, který snímá případné ucpání enterální sondy, zavzdušnění přívodního setu, odchylku od podaného objemu od nastaveného objemu a ukončení infuze. (Zadák, 2008 str. 301)

### **3.8 Režimy podávání enterální výživy**

Podávání enterální výživy může probíhat různě. Bolusové podávání výživy probíhá tak, že sestra odměří množství enterálního přípravku a pomalu jej stříkačkou podá do sondy. Podaný bolus by neměl přesáhnout 30 ml/min. Do žaludku lze podat 250-300 ml výživy ve 2-3 hodinových intervalech. Počáteční dávka činí 50 ml a postupně bývá navyšována o 50-100 ml/den dle tolerance výživy pacientem. Výhodou je, že není zapotřebí užití setu a enterální pumpy, ale za to větší jednorázové množství bývá u pacientů hůře tolerováno. Před aplikací výživy do sondy je nutno ověřit reziduum v žaludku aspirací za pomoci prázdné Janettovy stříkačky. Pakliže v žaludku stagnuje více jak 50 ml žaludečního obsahu, dávku nepodáváme. Další variantou je podávání intermitentní, čímž se rozumí podávání přípravku po celých 24 hodin v intervalech. Tři hodiny je výživa přiváděna čerpadlem s následnou dvouhodinovou pauzou bez výživy, poté se režim opakuje celých 24 hodin. Toto podávání s sebou přináší větší efektivitu vstřebání enterálního přípravku. Kontinuální podávání výživy přes pumpu je pro pacienta v intenzivní péči velmi vhodný. Nejčastěji se podává do duodena či jejunu. Počáteční dávka činí 20 ml/h a dále se postupně navyšuje o 20-30 ml/h denně na konečné množství 100-150 ml/h. Výživa je kontinuálně podávána nejméně 20 hodin bez přerušení. Někdy lékař nařídí noční pauzu 4-6 hodin, kdy se výživa nepodává. (Urbánek, a další, 2008 str. 52; Křížová, a další, 2019 str. 44; Zadák, 2008 str. 302)

### **3.9 Komplikace enterální výživy**

U pacientů, kteří jsou živeni enterální výživou se můžeme setkat s komplikacemi mechanickými, metabolickými a gastrointestinálními. Mechanické komplikace označujeme jako sondové. Už při zavádění sondy se můžeme setkat s poraněním sliznice nosu, s krvácením po neúspěšném zavedení sondy a také v horším případě s perforací hypopharyngu či jícnu. U pacientů, jenž jsou živeni pomocí sondy může dojít ke specifickým kom-

plikacím v podobě dislokace sondy do trachey nebo jejímu uvolnění během krmení. Také v neposlední řadě hrozí infekce v místě zavedení sondy. U zavedené sondy se setkáváme s jejím ucpáváním nebo s násilnou extrakcí ze strany pacienta. Dekubity, ulcerace až nekrózy bývají spjaty s mechanickým tlakem zavedené sondy v celém jejím průběhu. Sestra tyto faktory může ovlivnit řádně prováděnou ošetrovatelskou péčí. (Urbánek, a další, 2008 stránky 53-54)

Gastrointestinální komplikace bývají nejčastější, ale nebývají závažné. Jakmile je vyloučena infekční příčina průjmu, vyžadují změnu intervence, což v tomto případě znamená dočasnou redukci dávky výživy, zpomalení podávání nebo její přechodné vysazení. Průjem se vyskytuje až u 20 % enterálně živených pacientů. Toto lze ovlivnit snížením osmolality přípravků naředěním fyziologickým roztokem, nebo lze také podat přípravek s vlákninou. Je nutné vyřadit léky, které urychlují střevní peristaltiku. Při podezření na malabsorpci s intolerancí polymerních přípravků lze nahradit výživu přípravky oligomerními. Při prvních aplikacích enterální výživy se může objevit i nauzea, dyspeptické potíže jako tlak v žaludku a zvracení. U pacienta v bezvědomí, který nemá možnost dané sdělit je potřeba být obezřetní a sledovat toleranci výživy. (Urbánek, a další, 2008 str. 54)

Dále se můžeme setkat s komplikacemi metabolickými, kde převládají poruchy vodního a minerálového hospodářství v organismu. Jednou z metabolických komplikací je také kolísání hladiny glykémie, která může u diabetiků vyústit až v dekompenzaci diabetu. Méně často se můžeme setkat s dumping či refeeding syndromem. Dumping syndrom je skupina potíží, která vzniká rychlým přesunem nezpracovaného obsahu ze žaludku do tenkého střeva při narušené funkci pylorického svěrače, například po rozsáhlých chirurgických výkonech na žaludku. U pacienta se objevuje pocit tlaku a křečí v epigastriu či prekolapsový stav a toto můžeme shledat pozorováním na monitoru, kde bude patrná tachykardie a na pacientovi samotném, jenž bude výrazně opocen. Prevencí tohoto syndromu je kontinuální podávání enterální výživy, nebo po malých dávkách cestou NGS. K refeeding syndromu dochází nejčastěji u malnutričních pacientů, u kterých je zahájena realimentace rychlou agresivní formou. V nejhorším případě tohoto syndromu může dojít až k hyperkapnickému respiračnímu selhání. Jako prevencí volíme postupnou a pomalou realimentaci pacienta. Na závěr jsou navrženy některé ošetrovatelské intervence, jako například pravidelná kontrola žaludečního rezidua nebo pokus o umístění sondy do duodena u pacientů v bezvědomí. (Hidalgo, a další, 2001; Houston, a další, 2017; Urbánek, a další, 2008 stránky 54-55)

### 3.10 Specifika ošetrovatelské péče o pacienta s nasogastrickou sondou na umělé plicní ventilaci

Pacient se zajištěnými dýchacími cestami s potřebou umělé plicní ventilace se zpravidla nachází na lůžkách intenzivní péče a je označován jako kriticky nemocný, protože u něj hrozí nebo je již přítomno selhání funkce životně důležitých orgánů. Takový pacient má mnohonásobně vyšší nároky na výživu zejména v potřebě bílkovin. Energetická potřeba je zvýšena a v těle dochází ke katabolickým dějům, kdy dochází k odbourávání bílkoviny ze svalů kvůli glukoneogenezi. (Křížová, a další, 2019 str. 86) uvádí: „*Cílem výživy v kritickém stavu není převést pacienta do anabolické fáze, nýbrž zmírnit, případně minimalizovat důsledky těžkého katabolismu. Měla by být šetrná a podporovat funkce jednotlivých orgánů, především střev, jater, imunitního systému a dýchacího svalstva.*“ (Křížová, a další, 2019 str. 86; Zadák, 2008 str. 289; Tomek et al., 2018 str. 188)

Jako první po příjmu a stabilizaci pacienta na JIP je důležité vyhodnocení aktuálního stavu výživy, schopnosti samostatného příjmu výživy, dynamiky změn a závažnosti celkového stavu. Dle směrnice ASPEN 2016 se doporučuje u kriticky nemocného zahájit výživa do 24-48 hodin, je to důležité pro zmírnění katabolického stavu. Pokud má pacient zajištěné dýchací cesty, je v analgosedaci a má funkční trávicí trakt, lékař se primárně kloní k zajištění výživy enterální cestou. V takovémto případě se nejčastěji využívá nasogastrická sonda. Nasogastrické sondy se v dnešní době používají z PVC, silikonové a polyuretanové. Sonda z PVC by neměla být zavedena déle jak 3 týdny. Sondy z polyuretanu a silikonu mohou být dle stavu zavedeny až 2 měsíce. Na trhu jsou různé velikosti čísla 12, 14, 16, 18, 20. Označují se v jednotkách French – F nebo Charrier – Ch. Každé z jednotek odpovídá průsvit 0,33 mm. Nejvíce se používají velikosti č. 14 a 16. Na distálním konci sondy jsou drenážní otvory a na konci proximálním se dá sonda napojit na drenážní sáček, Janettovu stříkačku nebo na převodový set k enterální pumpě. Sondy slouží ke zprostředkování enterální výživy, výplachu nebo dekompresi žaludku. (Bartůněk, a další, 2016 stránky 178, 188; Dastyh, 2012; Arsava, 2017; Vytejčková, a další, 2013 str. 650)

Úloha všeobecné sestry dle vyhlášky 55/2011 Sb. § 4 ve znění pozdějších předpisů je zavádění a péče o gastrickou sondu u pacientů při vědomí, kteří jsou starší 10 let. Všeobecná sestra má v kompetenci o sondu pečovat, zajišťovat její průchodnost a také aplikovat enterální výživu u pacientů všech věkových skupin. Zavádět gastrickou sondu u pacienta

v bezvědomí má v kompetenci lékař či všeobecná sestra se specializovanou způsobilostí v oboru sestra pro intenzivní péči. V tomto případě úlohou všeobecné sestry je mít připravené pomůcky k zavedení nasogastrické sondy, které jsou funkční. Mezi pomůcky patří - namražená NGS, pokud není opatřena zavaděčem nebo závažím na konci, jednorázové nesterilní rukavice, jednorázová zástěra, emitní miska, lubrikant s místním anestetikem (mesocain gel), fix, fonendoskop, Janettova stříkačka na aspiraci žaludečního obsahu, indikátory pH a náplast pro fixaci sondy. Pro aplikaci výživy připravíme výživu dle ordinace lékaře, set na enterální výživu a enterální pumpu. (ČESKO, 2011; Tedla, a další, 2018 str. 245)

Pokud má pacient zajištěné dýchací cesty endotracheální kanylou, bývá použito farmakologické analgosedace k zabránění intolerance tracheální kanyly. Analgosedace má příznivý vliv na odstranění bolesti a úzkosti pramenící ze stresu. S pacientem při vysoké analgosedaci je velice obtížné navázat kontakt, ale i tak je důležitá komunikace ze strany sestry. Ač se může zdát, že sestra s pacientem vede monolog, je patrné, že sestra tímto způsobem vedení komunikace pacienta upozorňuje a připravuje na očekávaný výkon a v neposlední řadě může klasifikovat úroveň stavu vědomí pomocí GCS nebo hloubku sedace pomocí RSS (Ramsay Sedation Score). Před vlastním zavedením NGS všeobecná sestra edukuje pacienta a vysvětlí mu důvod zavedení nasogastrické sondy. Komunikuje a vysvětluje pacientovi vše po celou dobu výkonu. Pokud není kontraindikováno, uvede pacienta do Fowlerovy polohy. Nakloní pacientovu bradu směrem k hrudníku, vybere nosní průduch, který bude vhodnější pro zavedení sondy. Všeobecná sestra připraví veškeré pomůcky na tácek či stolek blízko k pacientovi. Před samotným výkonem si umyjí sestry ruce a dezinfikují je alkoholovým desinfekčním přípravkem, oblečou si ochranné pomůcky (rukavice, zástěru). Délku sondy je nutno určit ihned po vyjmutí z obalu a to způsobem, že ji naměří od špičky pacientova nosu po jeho ušní lalůček a od ušního lalůčku ke konci sternu. Pokud sonda není graduována, označí naměřenou délku fixem. Na distální konec sondy aplikuje sestra mesocain gel a volnějším nosním průduchem zavádí sondu. Pokud lze sonda špatně zavést, nikdy nejdeme proti odporu, abychom se nedostali do dýchacích cest. Pro tuto možnost je vhodné použití Magillových kleští, kterými si sondu pomůžeme zavést do jícnu. Po zavedení sondy je nutné překontrolovat její polohu aspirací žaludečního obsahu. Žaludeční obsah nanese ze stříkačky na indikační papírek, který ukáže kyselé pH, pokud se nachází sonda v žaludku. Méně spolehlivou kontrolou je kontrola za pomocí fonendoskopu a Janettovy stříkačky naplněné 10-30 ml vzduchu. Tato metoda se může využít jako dru-

hotná kontrola umístění sondy. Na oblast žaludku sestra přiloží fonendoskop a do sondy aplikuje vzduch. Pokud je v žaludku při insuflaci slyšitelný zvuk vstříkovaného vzduchu, je sonda správně zavedena. Sondy po zavedení sestra zafixuje speciálním lepením na nasogastrickou sondu k nosu pacienta, uzavře průchod do sondy speciálním kolíkem a zaznamená datum zavedení sondy a typ sondy do ošetrovatelské dokumentace. (Tomová, a další, 2016; Vytečková, a další, 2013 stránky 647-661; Kapounová, 2020 stránky 61-62)

Před aplikací enterální výživy sestra zkontroluje ordinaci lékaře, tím se rozumí typ a rychlost podávání výživy, způsob a frekvenci aplikace enterální výživy. Pacienta přivedeme pod hlavou do polohy cca 30 stupňů jako prevenci regurgitaci žaludečního obsahu. Před každou aplikací výživy do sondy je potřeba aspirovat obsah sondy Janettovou stříkačkou. Pokud je odpad více než 100 ml, je třeba sondu pouze propláchnout 50 ml vody a provést záznam do ošetrovatelské dokumentace. Sestra připraví kalibrovaný vak s výživou, popíše vak jménem pacienta a zkontroluje identitu pacienta. Napojí přívodní set a tlakem na tlačku povolí odtok výživy do přívodního setu. Přívodní set vloží do enterální pumpy, nastaví na pumpě požadovanou rychlost v ml/h, konec setu napojí na sondu a pumpu spustí. Při kontinuálním podávání enterální výživy je rychlost nejčastěji 100-150 ml/h. (Tedla, a další, 2018 str. 243; Kapounová, 2020 str. 63; Veverková a kol., 2019 stránky 157-158; Vytečková, a další, 2013 str. 661)

Péče o nasogastrickou sondu zahrnuje kontrolu průchodnosti sondy, pravidelnou kontrolu správnosti polohy a fixace. Za jistých okolností se může stát, že se sonda zalomí, nebo dislokuje například nechtěným povytažením ze strany pacienta, kašlem či zvracením. Polohu sondy kontrolujeme na základě délky zavedení. Sonda by se při kontinuálním podávání výživy měla pravidelně proplachovat vodou každé 4 hodiny. Pokud není sonda řádně proplachována, může dojít k mikrobiální kolonizaci NGS. Také by se měla proplachovat při zastavení přívodu enterální výživy, aby nedošlo k jejímu ucpaní. Každé podání výživy a proplachované množství zaznamenáváme do ošetrovatelské dokumentace do schématu o bilanci tekutin. Do sondy lze podávat i léky, je však lepší léky aplikovat jinou cestou než přes enterální sondu z důvodu možné obstrukce sondy. Pokud je přeci jen nutné aplikovat léky skrz sondu, měly by být rozdrobeny a důkladně rozmíchány v cca 30 ml teplé vody. Půl hodiny před aplikací léků by se měla kontinuální aplikace enterální výživy zastavit a před každým podaným lékem by sonda měla být propláchnuta cca 30 ml vody. Po aplikaci léků je nutno lék opět propláchnout 30-50 ml vody. Pokud by došlo k obstrukci sondy, ohlásí ji enterální pumpa spuštěním alarmu. Zkontrolujeme, zda sonda není zalo-

mena a pokud je i tak neprůchozí, tak k uvolnění obstrukce použijeme teplou vodu a opakovaně mírný tlak. Doporučuje se vyvarovat se nadměrnému tlaku, aby nedošlo k roztržení sondy. (Tedla, a další, 2018 stránky 244, 246, 252; Vytejková, a další, 2013 str. 661; Šachlová, 2009)

Důležitá je prevence vzniku slizničního dekubitu v nosním průduchu. Dekubitům se dá předcházet pravidelným překládáním sondy. Polohu zevní části sondy je nutno měnit každý druhý den. Nutná je i čistota okolí místa zavedení a čistota sondy. Dbáme o čistotu nosních vchodů i dutiny ústní odstraňováním hlenů a krust. Ke zmenšení rizika infekce je také nutno dodržovat jisté zásady. Přívodní sety je nutno měnit každých 24 hodin, jsou jednorázové. Enterální přípravek nesmí být od zahájení podávání používán déle, než je stanoveno výrobcem. Musí být striktně dodržována pravidla, která minimalizují kontaminaci. Používáme jen přípravky, které jsou určeny k aplikaci do sondy. Všechny údaje o výživě, případných komplikacích a toleranci výživy je nutno zaznamenávat do ošetřovatelské dokumentace. (Tedla, a další, 2018 str. 246; Vytejková, a další, 2013 str. 661; Zadák, 2008 str. 303)

U pacienta se zajištěnými dýchacími cestami invazivní metodou je rutinní ošetřovatelskou péčí péče o dutinu nosní a ústní. Nosní dutinu udržujeme hydratovanou za pomoci zvlhčující směsi (nosní kapky). Případné nečistoty odstraňujeme vlhkou štětičkou. U pacienta se zavedenou nasogastrickou sondou sledujeme stav sondy v dutině nosní, stav sliznic a okolních tkání. Odsávání provádíme šetrně, aby nedošlo k dislokaci NGS. Pravidelně upravujeme polohu sondy, je možno ji vypočítat molitanovou podložkou. Odsávání opakujeme dle potřeby. U pacienta se zajištěnými dýchacími cestami endotracheální rourkou nezapomínáme na hygienu dutiny ústní. Odsávání provádíme šetrně. K čištění dutiny ústní se doporučuje používat přípravky s obsahem chlorhexidinu v 2% koncentraci. Pokud má pacient svůj stálý chrup, čistíme zuby kartáčkem. Součástí ošetřovatelské péče je také výše zmíněné polohování, aby bylo zabráněno vzniku dekubitů a zároveň dosaženo co nejlepšího komfortu pacienta. Péče o hygienu a vyprazdňování. Péče o oči je důležitá, abychom zabránili vysychání rohovky a případnému vzniku otlaků. Nesmíme však zapomenout na bazální stimulaci pacienta. Při péči o pacienta bychom měli dodržovat jisté zásady. S pacientem se přivítat a rozloučit vždy stejně, dodržovat iniciální dotek, hovořit zřetelně a jasně, ne rychle. Redukovat rušivé elementy a dát nemocnému možnost reagovat na naše slova. Psychická stránka pacienta hraje zásadní roli pro uzdravení. (Veverková a kol., 2019 str. 110; Kasal a kol., 2004 stránky 151-152; Bartůněk, a další, 2016 stránky 313-314)

## DISKUZE

Na výzkumu a badání v oblasti lidského těla stojí celá medicína. Objasnit anatomii a fyziologii bylo důležitým krokem k provádění život zachraňujících intervencí. V dobách středověku lze o umělé plicní ventilaci a enterální výživě říci, že se prováděly primitivními technikami. O rozvoj umělé plicní ventilace se zasloužila spousta lékařů. Jak uvedl Dostál, dokonce v dobách před naším letopočtem se ve starých hebrejských i hinduistických pramenech zmiňují o prvním zajišťování dýchacích cest. Stejně tvrzení má Yolanda Smith, která ve svém článku píše, že v hinduistických písmech jsou zmínky o provádění tracheotomie, jako život zachraňujícího úkonu už cca 2000 let před naším letopočtem. Dostál zmiňuje, že ve starověku a středověku se objevily první techniky oživování osob a zvířat pomocí tracheotomie nebo použití dmýchacích měchů. Až do dob renesance nemáme možnost zjistit, zda se někdo pokoušel o vylepšování technik umělé plicní ventilace, protože co v onu dobu nebylo napsáno, jako by neexistovalo. Slutsky i Dostál se shodují ve tvrzení, že Andreas Vesalius resuscitoval zvíře metodou tracheostomie řezem za použití rákosu. V 17. století na Vesaliovy techniky navazují další lékaři a vědci a zkoušejí provádět umělou plicní ventilaci a tracheostomii na zvířatech. Yolanda Smith však ve svém článku píše, že od 16. do 19. století byla metoda tracheostomie považována za nebezpečnou a prováděla se jen málokdy. (Dostál a kolektiv, 2014; Slutsky, 2015; Smith, 2021)

Dostál i Slutsky píší, že William Tossach a John Fothergill začali praktikovat dýchání z úst do úst při lečjakých nehodách spojených s dušením. V 19. století Joseph O'Dwyer vytvořil k zajištění dýchacích cest laryngeální kanylu. Alfred Kirstein koncem 19. století doporučoval zavedení tracheální kanyly pomocí laryngoskopu, ale tato metoda se hrudním chirurgům pozdávала jako dosti složitá, a tak ji po delší dobu nikdo dál neprováděl. Koncem 19. století Ignaz Hauke s Waldenburgem využívali k ventilování pacienta gumovou obličejovou masku. Dostál se zmínil o tom, že v roce 1911 Chevalier Jackson přišel s vynálezem laryngoskopu, který měl i zdroj světla a s jeho pomocí se dala provádět endotracheální intubace za vizuální kontroly místa zavedení. Toto potvrzuje Yolanda Smith i Steven Zeitels, který ještě navíc uvedl, že Jackson se stal průkopníkem v endoskopii dýchacích cest. (Dostál, 2014; Slutsky, 2015; Zeitels, 1998; Smith, 2021)

Dostál napsal, že Giertz spolu s Frencknerem kolem roku 1940 dali vzniknout řadě tracheálních a endobronchiálních rourek. Poté se začaly zajišťovat dýchací cesty před operací v celkové anestezii pomocí endotracheální rourky s těsnící manžetou. Kapounová



uvedla, že dnes za nejdokonalejší metodu zajištění dýchacích cest považujeme orotracheální intubaci za pomoci endotracheální rourky s těsnící manžetou. Bartůněk uvedl, že orotracheální intubace je považována za bezpečnou a je vhodné ji použít u pacientů v intenzivní péči, kteří vyžadují UPV. Šeblová také považuje metodu zajištění dýchacích cest endotracheální kanylou za nejbezpečnější a nejdokonalejší. Její použití nevyžaduje operačních metod a mimo vedení vdechované směsi do plic také brání aspiraci cizích těles do průdušnice. Slutsky napsal, že tracheostomická kanyla je nejstarší metodou pro zajišťování dýchacích cest. Dříve sloužila k odstraňování obstrukce dýchacích cest, dnes se provádí jako elektivní výkon u pacientů, kteří vyžadují dlouhodobou umělou plicní ventilaci. Bartůněk napsal, že výhodou je, že pacient může důkladně pečovat o hygienu dutiny ústní a přijímat stravu perorálně. Nasotracheální intubace se považuje za náročnější k provedení a nese s sebou riziko vzniku sinusitidy. Bartůněk napsal, že laryngeální maska se používá jako doplňková pomůcka v rámci první pomoci, nebo pokud nelze zavést endotracheální rourka. Tyto pomůcky k zajištění dýchacích cest se dnes používají, protože přináší nejméně komplikací a pro pacienta jsou relativně bezpečné. (Dostál, 2014; Kapounová, 2020; Šeblová a kolektiv, 2018; Bartůněk a další, 2016; Slutsky, 2015)

Dostál zmiňuje, že ve starověku a středověku jako jedny z prvních zařízení pro obnovu dýchání sloužily dmýchací měchy, které se nejdříve využívaly na zvířatech a později na lidech. První zařízení k umělé plicní ventilaci pozitivním přetlakem vynalezl John Erichsen v roce 1847. Zavedl kanylu do nosního průduchu a pomoci pístové pumpy vháněl vzduch do pacientových plic. První zařízení umělé ventilace vnějším negativním tlakem pochází z rukou Alfreda E. Jonese z roku 1864, kdy sestrojil přístroj, který měl být užitečný u pacientů s astmatem, bronchitidou, paralýzou nebo hluchotou. Byl to dutinový ventilátor. Dostál a Slutsky se shodují na tom, že v 18. století resuscitace dechu probíhala metodami cyklického tlaku na hrudník, kdy zachraňovanou osobu přehodili přes koňský hřbet a uvedli koně v klus nebo přehodili přes sud a váleli jej tlakem a tahem za dolní končetiny dopředu a zpět. Slutsky se zmiňuje o používání tzv. „fumigátoru“, kterým byl do pacientova konečnicku vháněn kouř. Tuto metodu zmiňuje i Dostál, který tvrdí, že od této metody se upustilo až s výzkumem Benjamina Brodieho z roku 1811, který prokázal toxický účinek tabákového kouře na lidský organismus. Pokud by k tomuto výzkumu nedošlo, kdo ví, jestli by tato metoda ventilace nepokračovala do dalších věků. Tyto metody nebyly nejspíš úplně bezpečné. (Dostál a kolektiv, 2014; Slutsky, 2015)

S dobou osvícenství se objevily první techniky resuscitace dýcháním z úst do úst. V první polovině 19. století bylo shledáno, že dýchání z úst do úst a používání dmýchacích měchů jako technika přetlakové ventilace mělo údajně nepříznivé účinky na plíce v podobě vzniku pneumothoraxu, ruptur alveolů nebo vzniku emfyzému, tudíž od těchto technik bylo upuštěno. Využívalo se manuálních technik UPV. Roku 1874 byl vyvinut Ignezem Haukem první kyrysový ventilátor tzv. „Der Pneumatische Panzer“. Dostál píše, že George Edward Fell spojil svůj ventilační přístroj a laryngeální kanylu Josepha O'Dwyera tím vytvořil tzv. „Fellův-O'Dwyerův aparát“. Thomas F. Baskett však ve svém článku napsal, že ten, kdo spojil tyto dvě věci byl právě Joseph O'Dwyer. (Dostál, 2014; Baskett, 2007)

Později se během operací využívalo Sauerbruchovy komory, v níž bylo tělo pacienta a chirurgický tým a hlava byla vně komory, v komoře byl podtlak. Tato metoda byla dost složitá na provádění a také drahá, co se vybavení týče. S vlnou epidemie poliomyelitidy Eisenmenger svůj kyrysový ventilátor vylepšil o vznětový motor, který zařízení poháněl a vlivem něj bylo umožněno střídání pozitivního a negativního tlaku kolem těla pacienta, to umožňovalo ventilaci plic. Nejznámější formou podtlakové ventilace jsou Drinkerovy „železné plíce“, které byly hojně využívány při epidemii poliomyelitidy. Podtlak na tělo pacienta vedl ke snížení venózního návratu, atelektázy a z důvodu nezajištěných dýchacích cest docházelo často k aspiraci. Rozvoj letectví za druhé světové války učinil převrat v umělé plicní ventilaci. Pro piloty k výškovým letům byly sestrojeny dýchací přístroje, ze kterých později vznikly první hromadně vyráběné ventilátory „Bird Mark 7“, které sestrojil jeden ze zakladatelů moderní UPV pilot Forrest M. Bird. Přístroje byly neustále vyráběny a zdokonalovány. Za zmínku stojí objemový ventilátor Carla Gunnara Engströma, jenž nesl jeho jméno a byl zkonstruován roku 1951. S použitím tohoto ventilátoru bylo prokázáno snížení mortality, a tak se metoda pozitivním přetlakem přijala za standardní při provádění UPV. Od doby 60. let 20. století se začaly vyráběné ventilátory diferencovat do čtyř generací. Ventilátory první generace neakceptovaly spontánní dýchání pacienta, docházelo také k traumatizaci plic vlivem konstantního objemu vzduchu, který ventilátor aplikoval. S příchodem druhé generace v 70. letech se začalo myslet na synchronizaci dechu pacienta a chodu ventilátoru. Druhá generace získala elektronickou komponentu, byla rozšířena o režimy IMV a SIMV. Při onemocnění ARDS byl zařazen PEEP, který zlepšil oxygenaci a chránil plíce před traumatizací. Třetí generace měla mikroprocesor a ventilační režimy se rozšířily například o režim PSV a PCV. Čtvrtá generace, která obsahuje multimikroprocesor a umožňuje používat hybridní ventilační režimy se používá dodnes. Dnes rozlišujeme

ventilátory pro intenzivní, anesteziologickou, transportní a domácí péči. Podrazilová napsala, že od počátku 21. století se lékaři drží pravidla „Lung protective ventilation“, které redukuje vznik komplikací. Nejčastěji se podle Podrazilové dechové objemy udržují na 4-8 ml na kilogram hmotnosti pacienta. Jabbari uvedl, že se dechové objemy u protektivní ventilace udržují na 4-6 ml/kg hmotnosti pacienta. (Dostál, 2014; Podrazilová, 2016; Jabbari, 2013)

Příjem potravy je stejně jako potřeba dýchání nezbytný k životu člověka. U ventilovaného pacienta výživa hraje zásadní roli v uzdravování se. Ronni Chernoff uvedl, že o umělé výživě se zajímali naši předci od dávných dob. Už tehdy používali ozdravné výživové klystýry k léčbě různých střevních poruch. Laura Harkness napsala, že do dob 16. století jsou zmínky převážně o podávání umělé výživy do konečníku. V 16. století použil Hieronymus Capivaccus dutou trubici s měchýřem naplněným enterální výživou a tu zavedl svému pacientovi do jícnu. Toto bylo zřejmě prvním stavebním kamenem pro sondovou enterální výživu. Sondy se postupem času zdokonalovaly. Jedny z prvních sond vynalezly pánové Acquapedente, Helmont, Boerhave nebo Hunter. Jako sondy sloužily stříbrné trubice obalené do zvířecích střev, duté kosti obalené do těl úhořů a také sondy vyrobené jen z kůže. Friedenwald uvedl, že se sondy používali ke krmení a na přelomu 18. a 19. století se začaly využívat k aspiraci tekutiny ze žaludku a k laváži v případě otravy pacienta. Počátkem 20. století kvůli nesnášenlivosti podávání enterální výživy do žaludku Einhorn zkusil zavést gumovou sondu se závažím do dvanáctníku. Tato metoda se osvědčila. Cameron zmínil, že duodenální sonda, kterou používal Levin roku 1921 byla vyrobena z hladké pryže a byla bez závaží. Používala se k výplachům a k živění pacientů, kteří dlouho zvraceli nebo měli dyspeptické potíže. Jak Vytejšková uvedla, Levinova sonda se používá dodnes jako vyživovací. Další ze sond byla nasojejunální, poprvé ji zavedl Anderson v roce 1918 přímo na operačním sále, byla určena k jednorázové aplikaci bolusově podané enterální výživy. Zdokonalení sondy roku 1939 obstarali Abbott a Rawson když zkonstruovali sondu se dvěma lumeny, přičemž jeden sloužil k odsávání ze žaludku a druhý končil v jejunu a podávala se jím výživa. Stengel kolem roku 1939 vyvinul zařízení v podobě enterální pumpy, které automaticky podávalo výživu. (Chernoff, 2006; Harkness, 2002; Vytejšková a další, 2013; Friedenwald a další, 1936; Cameron, 2020)

Bartůněk napsal, že dnes se sondy zavádějí do žaludku, duodena či jejunu. U pacienta se zajištěnými dýchacími cestami tracheální rourkou a funkčním zažívacím traktem je metodou první volba pro aplikaci enterální výživy použití nasogastrické sondy. Nasogastrická

sonda se nejsnáze a nejrychleji zavádí a nemusí se využívat endoskopických případně chirurgických metod. Za snáze umístitelnou a levnou techniku cesty do GIT považuje i Drábková nasogastrickou sondu. (Bartůněk, 2016; Drábková a další, 2018)

Laura Harkness i Sheila Campbell zmínily, že v dobách 18. století, kdy se začala využívat sondová enterální výživa, byly prvními přípravky výživné roztoky z mléka, cukru, vína a vajec. Jako rektální výživa posloužila směs syrového masa, tabáku, škrobu i červeného vína. V roce 1910 Einhorn svou duodenální sondou podával výživnou směs mléka a vajec do dvanáctníku a do konečnicku současně podával fyziologický roztok. Postupem času vědci a lékaři zkoušeli obměňovat složení výživy. Duodenální výživa s sebou přinesla roku 1916 podávání výživy kontinuálně po kapkách u pacientů, kteří nesnesli podávání bolusově, které jim způsobovalo nadýmání a průjem. Roku 1918 Anderson během operace pacientovi na operačním sále jejunální sondou aplikoval bolusem roztok mléka, dextrózy a whisky. Za druhé světové války enterální výživa do jejunu byla složením cukru, mléka, másla, alkoholu, vejce a soli. Dle poznatků tehdejších lékařů měla výživa pozitivní vliv na peristaltiku střev i dýchání. V roce 1939 se začalo dbát na složky výživy. Tehdejší enterální výživa byla obohacena navíc o glukózu, olej, glukózu a vitaminy. S tímto rokem vzniklo i zařízení k podávání enterální výživy. Když roku 1940 Co Tui prováděl výzkum v oblasti enterální a parenterální výživy, došel k výsledku, že enterální výživa je pro pacienty daleko přínosnější a že doba zotavování je o polovinu rychlejší než u výživy podávané do periferního žilního systému. V padesátých letech 20. století představil Pareira svůj enterální přípravek v tubě, který obsahoval sušené mléko, mléčnou sušinu, kaseinát vápenatý, dextrózu, maltodextrózu, osm vitaminů, osm minerálů a cholin. Tento přípravek podával nasogastrickou sondou nepřetržitě 24 hodin nebo ve 4-6 dávkách přerušovaně. U některých pacientů se vyskytly komplikace v podobě těžkého průjmu. Šachlová také zmiňuje, že od 40. let 20. století se přikročilo k vyrábění mixované stravy. Mělo se za to, že nejlepší volbou pro enterální výživu je přirozená strava v podobě masa, mléka, vejce, ovoce a zeleniny. Bylo to levnější, ale časově náročné a výživa se rychle začala kazit, což mohlo způsobovat infekční komplikace. Špatně rozmixovaná výživa měla tendenci sondu obturovat. Chemicky definované formule se začaly využívat v 50. a 60. letech minulého století. Bylo jimi možno pokrýt výživu pacienta a dietolog ji upravil pacientovi na míru. Tento typ výživy se používá dodnes jako elementární a oligomerní. Kvůli vyšší osmolalitě se zvyšuje riziko výskytu průjmu, a tak se doporučuje tuto výživu aplikovat kontinuálně pumpou. Elementární výživa dodávala základní živiny, byla bezezbytková a tím šetřila i pacientův trávicí trakt.

S modernizací komerčně vyráběné výživy se vyvinula výživa, která dodávala ideální poměr sacharidů, tuků a bílkovin, byla cenově dostupná a připravená způsobem, aby se předešlo její kontaminaci. Tato výživa byla z hlediska komplikací v podobě průjmů zvolena za lepší před elementární výživou. Urbánek uvedl, že kuchyňsky podávaná strava se již neuzívá, protože touto cestou není možné dodat nemocnému požadované množství živin a tato výživa není sterilní. V tomto se s ním shoduje Šachlová. Kohout uvedl, že podávání kuchyňsky připravované stravy se již nepoužívá zejména z hygienických důvodů, protože není sterilní a může hrozit riziko pomnožení bakterií, také protože není plnohodnotná. (Harkness, 2009; Campbell, 2006; Šachlová, 2009; Kohout, 2013; Urbánek, 2008)

Jak zmínil Svačina, dnes máme na trhu přípravky oligomerní, polymerní a orgánově specifické. Křížová stejně jako Svačina potvrzuje, že polymerní přípravky jsou využitelné téměř u všech pacientů, oligomerní slouží především k podávání do jejunu. Dnešní přípravky jsou vyvážené a obsahují navíc vlákninu k prevenci obstipace. Dnes je cílem využít jednotlivé složky výživy jako podpůrnou terapii při léčbě nemocí. (Svačina et al., 2010; Křížová a kol., 2019)

## ZÁVĚR

V této bakalářské práci byl nastíněn historický vývoj technik a péče o pacienta s potřebou enterální výživy, pro něhož je nezbytná podpora dechu pomocí umělé plicní ventilace. Výstupem práce je přehled provázanosti enterální výživy a umělé plicní ventilace. Pacienti s potřebou umělé plicní ventilace jsou hospitalizováni na jednotkách intenzivní péče a je nutné v zájmu zlepšení celkového stavu pacienta zajistit adekvátní výživu, v tomto případě se kloníme k podávání výživy enterální cestou. V tuzemských publikacích můžeme nalézt pouze zmínky o výživě, a zvláště o umělé plicní ventilaci, nikoli provázané dohromady. Z tohoto důvodu byl v této práci zpracován ucelený přehled společně s historickým vývojem v obou oblastech.

V průběhu věků došlo k významnému vývoji a pokroku v provádění umělé plicní ventilace i enterální výživy. Pomůcky k zajišťování dýchacích cest se od kusu stébla či rákosu vyvinuly až k tracheostomickým a endotracheálním kanylám a laryngeálním maskám. Každá z technik zajištění dýchacích cest s sebou přináší riziko komplikací, ale jejich použití je v intenzivní medicíně nepostradatelné. První zařízení k umělé plicní ventilaci měla být užitečná při léčbě astmatu, paralýzy, hluchoty nebo pneumonie. Přetlaková ventilace s sebou tehdy nesla komplikace v podobě pneumothoraxu či emfyzému. Ventilace podtlakem měla komplikace v podobě vzniku atelektáz. Moderní ventilátory první generace také traumatizovaly plíce pacienta. S příchodem dalších generací ventilátorů došlo k rozvoji ventilačních režimů, které můžeme zvolit dle individuálního stavu pacienta. Umělá plicní ventilace je dnes nenahraditelnou metodou pro podporu dechu zejména v intenzivní péči.

Dnešní produkty enterální výživy mají základy už ve třicátých letech 20. století, kdy se na úrovni začaly řešit její složky. Většina dnešních technik podávání enterální výživy byla představena před více než sto lety. První sondy duodenální, jejunální a gastrické z moderních materiálů užíváme dodnes. Nejčastější komplikací v průběhu vývoje enterální výživy byl průjem. S vývojem nových pomůcek a přípravků pro enterální výživu se dbá na to, aby komplikace u pacienta pokud možno nevznikly, a pokud ano tak v co nejmenší míře.

Životy pacientů měli v rukou po celá staletí vědci a lékaři, nyní v moderních dějinách ošetrovatelskou péči převzaly sestry, které s pacienty tráví nejvíce času a které

s vývojem sesterské profese získaly i příslušné kompetence. Historie vývoje enterální výživy i umělé plicní ventilace by neměla být přehlížena při zdokonalování současných technik, ale měla by být vnímána a využívána jako zdroj cenných informací pro vývoj a optimální strategii v péči o pacienta. Největší snaha je a vždy byla o záchranu lidského života, o co nejmenší poškození a nejvyšší kvalitu života pacienta.

## SEZNAM LITERATURY

**Admin in Anesthesia key.** *A History Of Intensive Care Medicine.* [Online] 21. březen 2017. [Citace: 26. únor 2022.] Dostupné z: <<https://aneskey.com/a-history-of-intensive-care>

medicine/#:~:text=A%20History%20of%20Intensive%20Care%20Medicine%20Fig.%2058.1,War%2C%201856%20%28color%20litho%29%20by%20Joseph-Austin%20Benwell%20%28fl.1865%E2%80%931866%29>.

**Allen, K. a Hoffman, L.** *Enteral Nutrition in the Mechanically Ventilated Patient.* [Online] 2019. [Citace: 28. leden 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30741491/>>.

**Altintas, Neriman Defne, a další.** *Effect of enteral versus parenteral nutrition on outcome of medical patients requiring mechanical ventilation.* [Online] duben 2011. [Citace: 10. březen 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21531737/>>.

**Arsava, Ethem Murat.** *Nutrition in Neurologic Disorders.* Cham : Springer, 2017. str. 206. ISBN 978-3-319-53171-7.

**Asai, Takashi.** *History of Tracheal Intubation: 1. First Application of Tracheal Intubation during General Anesthesia.* [Online] leden 2017. [Citace: 1. březen 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30380267/>>.

**Baniardalan, Mahtash, a další.** *Bacterial Safety of Commercial and Handmade Enteral Feeds in an Iranian Teaching Hospital.* [Online] 2014. [Citace: 11. březen 2022.] Dostupné z: <<http://ijpm.mui.ac.ir/index.php/ijpm/article/view/1323/1515>>.

**Bartůněk, Petr, a další.** *Vybrané kapitoly z intenzivní péče.* Praha : Grada, 2016. str. 752. ISBN 978-80-247-4343-1.

**Baskett, Thomas.** Joseph O'Dwyer and layngeal intubation for croup. *Resuscitation Great.*, vol. 74, no. 4, str. 211-214. [Online] 1. srpen 2007 [Citace: 20. březen 2022] Dostupné z: <[https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(07\)00027-5/fulltext#relatedArticles](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(07)00027-5/fulltext#relatedArticles)>.

**Borman et al., J.** *A History Of Tracheostomy.* [Online] 1963. [Citace: 27. únor 2022.] Dostupné z: <[https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912\(17\)42845-5/pdf](https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912(17)42845-5/pdf)>.



**Bosson, Nichole.** *Laryngeal Mask Airway.* *Medscape.* [Online] 12. říjen 2021. [Citace: 25. leden 2022.] Dostupné z: <<https://emedicine.medscape.com/article/82527-overview>>.

**Cameron, Andrew.** *Is Nasogastric Tube Necessary After Alimentary Tract Surgery* [Online] 2020. [Citace: 11. březen 2022.] Dostupné z: <<https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/nasogastric-tube>>.

**Campbell, Sheila M.** History of tube feeding. *Nutrition in Clinical Practice.*, vol. 21, no. 4, str. 411-415. [Online] srpen 2006 [Citace: 22. březen 2022] Dostupné z: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.842.6613&rep=rep1&type=pdf>>.

**Cresci, Gail a Mellinger, John.** *The history of nonsurgical enteral tube feeding access.* [Online] 21. říjen 2006. [Citace: 29. leden 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16998151/>>.

**ČESKO.** Vyhláška č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. *Sbírka zákonů ČR.* [Online] 2011. [Citace: 25. leden 2022.] Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>>.

**Čihák, Radomír.** *Anatomie 2. 3., upravené a doplněné vydání.* Praha : Grada Publishing, 2013. str. 512. ISBN 978-80-247-4788-0.

**Dargaville, P.A.** *Infant respiratory distress syndrome.* [Online] 2006. [Citace: 8. leden 2022.] Dostupné z: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0123708796001861>. ISBN 978-0-12-370879-3>.

**Dastych, Milan.** Enterální výživa v klinické praxi. *Interní medicína pro praxi.*, no.4, [Online] duben 2012, [Citace 1. březen 2022] str. 152-156. Dostupné z: <<https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2012/04/04.pdf>>.

**De Bandt, Jean-Pascal.** *Chemically Defined Formulas, Symbiotics and Cow's Milk Protein Allergy.* [Online] leden 2022. [Citace: 12. březen 2022.] Dostupné z: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/14/2/299/htm>>.

**Dostál a kolektiv, Pavel.** *Základy umělé plicní ventilace, 3. rozšířené vydání.* Praha : Maxdorf s.r.o., 2014. str. 394. ISBN 978-80-7345-397-8.

**Drábková a další, Jarmila.** *Následná intenzivní péče.* Praha : Mladá fronta, 2018. str. 605. ISBN 978-80-204-4470-7

**Dylevský, Ivan.** *Funkční anatomie.* Praha : Grada, 2009. str. 544. ISBN 978-80-247-3240-4.

**Dylevský, Ivan.** *Somatologie.* Olomouc : Epava, 2000. str. 480. ISBN 80-86297-05-5.

**Ezri et al., T.** *Tracheostomy and endotracheal intubation: a short history.* [Online] prosinec 2005. [Citace: 27. leden 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16400793/>>.

**Fiala, Pavel, Valenta, Jiří a Eberlová, Lada.** *Stručná anatomie člověka.* Praha : Karolinum, 2015. str. 244. ISBN 978-80-246-2693-2.

**Frei a kol., Jiří. 2015.** *Akutní stavy pro nelékaře.* Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2015. str. 168. ISBN 978-80-261-0498-8.

**Friedenwald, Julius a Morrison, Samuel.** The history of the development of the stomach tube with some notes on the duodenal tube. [Online] červen 1936. [Citace: 11. březen 2022.] Dostupné z: <<https://www.jstor.org/stable/pdf/44438280.pdf>>.

**Hansen, John T.** *Netterův vybarvovací anatomický atlas.* Brno : CPress, 2013. str. 367. ISBN 978-80-264-0187-2.

**Harkness, Laura.** *The History of Enteral Nutrition Therapy.* [Online] 2002. [Citace: 29. leden 2022.] Dostupné z: <[https://www.jandonline.org/article/S0002-8223\(02\)90092-1/fulltext](https://www.jandonline.org/article/S0002-8223(02)90092-1/fulltext)>.

**Hellings, P., Jorissen, M. a Ceuppens, J.** *The Waldeyer's ring.* [Online] 2000. [Citace: 12. prosinec 2021.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11082757/#affiliation-1>>.

**Hidalgo, Pancorbo a Fernandez, García.** *Complications associated with enteral nutrition by nasogastric tube in an internal medicine unit.* [Online] červenec 2001. [Citace: 14. únor 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11822496/>>.

**Houston, Amanda a Fuldauer, Paul.** *Enteral feeding: Indications, complications, and nursing care.* [Online] leden 2017. [Citace: 14. únor 2022.] Dostupné z:

<<https://www.myamericannurse.com/enteral-feeding-indications-complications-and-nursing-care/>>.

**Hude, Pavel.** *Umělá plicní ventilace.* [Online] 24. prosinec 2009. [Citace: 7. leden 2022.] Dostupné z: <<https://www.akutne.cz/res/publikace/1konf-3-pavel-hude.pdf>>.

**Chernoff, Ronni.** *An overview of tube feeding: from ancient times to the future.* [Online] 21. srpen 2006. [Citace: 29. leden 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16870810/>>.

**Jabbari, Ali, et. al.** Lung protection strategy as an effective treatment in acute respiratory distress syndrome. *Caspian journal of internal medicine.* vol. 4, no. 1, str. 560-563, [Online] 2013 [Citace: 20. březen 2022] Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3762235/>>.

**Johnson, Wes, a další.** *Real Food for Tube Feeding Makes a Comeback.* [Online] listopad 2020. [Citace: 11. březen 2022.] Dostupné z: <<https://biomedgrid.com/fulltext/volume10/real-food-for-tube-feeding-makes-a-comeback.001572.php>>.

**Kapounová, Gabriela.** *Ošetrovatelství v intenzivní péči. 2., aktualizované a doplněné vydání.* Praha : Grada Publishing, 2020. str. 388. ISBN 978-80-271-0130-6.

**Kasal a kol., Eduard.** *Základy anesteziologie, resuscitace, neodkladné medicíny a intenzivní péče pro lékařské fakulty.* Praha : Univerzita Karlova v Praze - Nakladatelství Karolinum, 2004. str. 197. ISBN 80-246-0556-2.

**Kohout, Pavel.** Enterální výživa. *Remedia.* no. 4. str. 33-36. [Online] 2013 [Citace: 20. březen 2022] Dostupné z: <<http://www.remédia.cz/Archiv-rocniku/Rocnik-2013/4-2013/Enteralni-vyziva/e-1pe-1x0-1xb.magarticle.aspx>>.

**Křížová, Jarmila, a další.** *Enterální a parenterální výživa. 3., přepracované a doplněné vydání.* Praha : Mladá fronta, 2019. str. 151. ISBN 978-80-204-5009-8.

**Lei, Yuan.** *Medical Ventilator System Basics: A clinical guide.* [Online] červen 2017. [Citace: 22. leden 2022.] Dostupné z: <<https://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780198784975.001.0001/med-9780198784975-chapter-3>. ISBN 13-9780198784975>.

**Lukáš, Karel a Žák, Aleš a kol.** *Gastroenterologie a hepatologie*. Praha : Grada, 2007. str. 380. ISBN 978-80247-1787-6.

**Marini, John.** *Mechanical ventilation: past lessons and the near future*. [Online] 12. březen 2013. [Citace: 27. únor 2022.] Dostupné z: <<https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc11499#citeas>>.

**Marková, Marie a Fendrychová, Jaroslava.** *Ošetřování pacientů s tracheostomií*. Brno : NCO NZO, 2008. str. 101. ISBN 80-7013-445-3.

**Mourek, Jindřich.** *Fyziologie - učebnice pro zdravotnické obory. 2., doplněné vydání*. Praha : Grada, 2012. str. 224. ISBN 978-80-247-3918-2.

**Myslivoček, Jaromír a Riljak, Vladimír.** *Fyziologie - repetitorium*. Praha : Triton, 2020. str. 344. ISBN 978-80-7553-818-5.

**Peumery, J. J.** *Armand Trousseau (1801-1867), French physician par excellence*. [Online] 2003. [Citace: 26. leden 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12952010/>>.

**Pierson, D. J.** *Complications associated with mechanical ventilation*. [Online] červenec 1990. [Citace: 28. leden 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2199002/>>.

**Pilling, George.** *Jackson Laryngoscope*. [Online] 2013. [Citace: 26. únor 2022.] Dostupné z: <<https://www.woodlibrarymuseum.org/museum/jackson-laryngoscope/>>.

**Pitřha, Jan, a další.** *Akutní stavy na interním oddělení. 2., aktualizované a doplněné vydání*. Praha : Triton, 2017. str. 292. ISBN 978-80-7387-682-1.

**Podrazilová, Petra Mgr.** *Od železných plic k mikroprocesorům. Florence., no. 5, str. 44-45* [Online] 2.. květen 2016. [Citace: 7.. leden 2022.] Dostupné z: <<https://www.florence.cz/casopis/archiv-florence/2016/5/od-zeleznych-plic-k-mikroprocesorum/>. ISSN 2570-4915>.

**Reinhard, M. a Eberhardt, E.** *Alfred Kirstein (1863-1922) pioneer in direct laryngoscopy*. [Online] 1995. [Citace: 31. prosinec 2021.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7632859/>>.

**Slutsky, Arthur.** *History of Mechanical Ventilation: From Vesalius to ventilator-induced lung injury.* [Online] 3. duben 2015. [Citace: 31. prosinec 2021.] Dostupné z: <<https://doi.org/10.1164/rccm.201503-0421PP>>.

**Smith, Yolanda.** *Tracheotomy History.* [Online] 20. říjen 2021. [Citace: 20. březen 2022] Dostupné z: <<https://www.news-medical.net/health/Tracheotomy-History.aspx>>

**Spink, Andrew.** *Measuring the user experience of tube feeding.* [Online] 4. říjen 2019. [Citace: 28. únor 2022.] Dostupné z: <<https://www.noldus.com/blog/measuring-user-experience-tube-feeding>>.

**Svačina et al., Štěpán.** *Poruchy metabolismu a výživy.* Praha : Galén, 2010. str. 505. ISBN 978-80-7262-676-2.

**Šachlová, Milana.** *Sondová enterální výživa.* [Online] 2009. [Citace: 14. březen 2022.] Dostupné z: <[https://www.internimedica.cz/artkey/int-200905-0012\\_Sondova\\_enteralni\\_vyziva.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dsondov%25E1%2Benter%25E1ln%25ED%2Bv%25FD%25BEiva%2Bin%253Aauth%2Bname%2Bkey%2Babstr%26sfrom%3D0%26spage%3D30](https://www.internimedica.cz/artkey/int-200905-0012_Sondova_enteralni_vyziva.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dsondov%25E1%2Benter%25E1ln%25ED%2Bv%25FD%25BEiva%2Bin%253Aauth%2Bname%2Bkey%2Babstr%26sfrom%3D0%26spage%3D30)>.

**Šeblová, Jana a Knor a kol., Jiří.** *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2., doplněné a aktualizované vydání.* Praha : Grada, 2018. str. 492. ISBN 978-80-271-0596-0.

**Ševčík a kol., Pavel.** *Intenzivní medicína. 3., přepracované a rozšířené vydání.* Praha : Galén, 2014. str. 1195. ISBN 978-80-7492-066-0.

**Takashi, Asai.** *History of Tracheal Intubation: 1. First Application of Tracheal Intubation during General Anesthesia.* [Online] leden 2017. [Citace: 27. únor 2022.] Dostupné z: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30380267/>>.

**Tedla, Miroslav a Černý a kol., Michal.** *Poruchy polykání 2. aktualizované vydání.* 2018. str. 311. ISBN 978-80-7311-188-5.

**Tomek et al., Aleš.** *Neurointenzivní péče. 3., přepracované a doplněné vydání.* Praha : Mladá fronta, 2018. str. 607. ISBN 978-80-204-5119-4.

**Tomová, Šárka a Křivková, Jana.** *Komunikace s pacientem v intenzivní péči.* Praha : Grada, 2016. str. 136. ISBN 978-80-271-0064-4.

**Trojánek, Milan, a další.** Nový koronavirus (SARS-CoV-2) a onemocnění Covid-19. *Časopis lékařů českých.*, no.2, str. 55-56, [Online] 2020 [Citace: 10. březen 2022.] Dostupné z: <<https://www.infekce.cz/Covid2019/Covid19-CLC20.pdf>>.

**Urbánek, Libor, Urbánková, Pavla a kolektiv autorů.** *Klinická výživa v současné praxi.* Brno : Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. str. 104. ISBN 978-80-7013-473-3.

**Včelák, Petr.** *Šablona kvalifikační práce fakulty zdravotnických studií ZČU.* [Online] 28. leden 2020. [Citace: 15. říjen 2021.] Dostupné z: <<https://home.zcu.cz/~vcelak/fzs-sablona.php>>.

**Veverková a kol., Eva.** *Ošetrovatelské postupy pro zdravotnické záchranáře I.* Praha : Grada, 2019. str. 216. ISBN 978-80-247-2747-9.

**Veverková a kol., Eva.** *Ošetrovatelské postupy pro zdravotnické záchranáře II.* Praha : Grada, 2019. str. 168. ISBN 978-80-271-2099-4.

**Vytejčková, Renata, a další.** *Ošetrovatelské postupy v péči o nemocné II speciální část.* Praha : Grada, 2013. str. 288. ISBN 978-80-247-3420-0.

**Woollam, C. H. M.** The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration. *Anaesthesia.*, vol. 31, str. 537-547, [Online] 1976 [Citace: 23. únor 2022.] Dostupné z: <<https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2044.1976.tb12364.x>>.

**Worldometers.info.** *Covid-19 coronavirus pandemic.* [Online] 10. březen 2022. [Citace: 10. březen 2022.] Dostupné z: <<https://www.worldometers.info/coronavirus/>>.

**Zadák, Zdeněk a Kent-Smith, Luiza.** Basics in clinical nutrition: Commercially prepared formulas. *Elsevier.* [Online] 2009. [Citace: 12. březen 2022.] Dostupné z: <[https://clinicalnutritionespen.com/article/S1751-4991\(09\)00035-3/pdf](https://clinicalnutritionespen.com/article/S1751-4991(09)00035-3/pdf)>.

**Zadák, Zdeněk.** *Výživa v intenzivní péči. 2., rozšířené a aktualizované vydání.* Praha : Grada, 2008. str. 542. ISBN 978-80-247-2844-5.

**Zeitels, Steven.** Chevalier Jackson's contributions to direct laryngoscopy. *Journal of Voice.* [Online] 1998 [Citace: 20. březen 2022] Dostupné z: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199798800696>>.

