

Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji

Štajduhar, Alen

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:096414>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 795/SS/2016

Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji

Alen Štajduhar, 5318/601

Varaždin, rujan 2016. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Biomedicinske znanosti

Završni rad br. 795/SS/2016

Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji

Health care patients on mechanical ventilation

Student

Alen Štajduhar, 5318/601

Mentor

Nikola Bradić, dr.med.

Varaždin, rujan 2016. godine

Predgovor

Zahvaljujem svima koji su bili uz mene u posljedne tri godine. Roditeljima i sestrama što su me trpjeli i pomagali mi u isto vrijeme. Prijateljima i poznanicima s kojima sam djelio sveučilišne klupe. Profesorima i profesoricama na korektnoj suradnji. Posebno i najveće hvala mom cimeru Stjepanu, bez kojeg ovo sve ne bi bilo isto. Hvala svima!!!

Sažetak

Disanje je izmjena plinova između zraka u plućnim mjehurićima i krvi u plućnim kapilarama. Sustav dišnih organa ima svoju osnovu zadaću – dovođenje vanjskog (atmosferskog) zraka u pluća. Mehanička je ventilacija neinvazivna ili invazivna. Odabir primjerene tehnike počiva na razumijevanju mehanike disanja. Mehanička ventilacija je primjena mehaničke naprave radi djelomične potpore ili potpune zamjene bolesnikove ventilacije. Indicirana je kada bolesnikova spontana ventilacija nije dovoljna za održavanje života ili je prijeko potrebno preuzeti nadzor nad ventilacijom da bi se spriječilo zatajenje drugih organskih sustava. Kontrola ventilacije odvija se putem centralnih i perifernih mehanizama koji su izrazito osjetljivi na promjene. O potrebi uspostave mehaničke ventilacijske potpore treba razmišljati uvijek kada je spontanym disanjem nemoguće postići adekvatnu minutnu ventilaciju. Ventilatori (strojevi za ventilaciju pluća) mogu u potpunosti ili djelomično zamijeniti normalnu ventilaciju pluća. Kombinacija različitih mogućih tipova udisaja i faznih varijabli određuje modalitet, način strojne ventilacije. Komplikacije se mogu podijeliti na posljedice intubacije i na posljedice same ventilacije. U komplikacije mehaničke ventilacije idu pneumotoraks, hipotenzija i ozljeda pluća izazvana ventilatorom. Briga za bolesnika na mehaničkoj ventilaciji obuhvaća širok spektar sestrinskih intervencija povezanih sa radom visoko razvijene, sofisticirane invazivne i neinvazivne medicinske opreme za liječenje i njegu bolesnika na mehaničkoj ventilaciji, kao i efekta planiranih i primijenjenih intervencija.

Ključne riječi : disanje, mehanička ventilacija, komplikacije, indikacije, zdravstvena njega :

Summary

Breathing is exchanging of gases among air and blood in pulmonary vessels. System of respiratory organs has his one assignment – bringing atmosferic air in lung. Mechanical ventilation can be invasive or non invasive. Selection is depending on comprehension of respiration mechanic. Mechanical ventilation is putting in use mechanical machine for partial or full replacement for patient ventilation. It's indicated when patient ventilation is not enough for surviving or it is unnecessary to take supervision of ventilation to prevent failure of other organs. Control of the ventilation is taking place by central or peripheral mechanisms that are very sensible on every modification. Ventilators can replace normal ventilation on partial or full bases. Combination of different types of breathing are determining the modality and mode of machine ventilation. Complications can be divided on aftereffect of intubation or ventilation. There are few complications of mechanical ventilation, like pneumothorax, hypotension and lungs injury from the machine. Health care of patient on mechanical ventilation is a wide range of intervention by nurses, related with highly sophisticated medical equipment. Briga za bolesnika na mehaničkoj ventilaciji obuhvaća širok spektar sestrinskih intervencija povezanih sa radom visoko razvijene, sofisticirane invazivne i neinvazivne medicinske opreme za liječenje i njegu bolesnika na mehaničkoj ventilaciji.

Key words : breathing. Mechanical ventilation, complications, indications, health care

Popis korištenih kratica

A/C (assist/control) – asistirano-kontrolirana ventilacija

CMV (controlled mechanical ventilation) – kontrolirana mehanička ventilacija

CVP (central venous pressure) – centralni venski tlak

EPEEP – vanjski PEEP

FiO₂ – udio kisika u udahnutoj smjesi plinova

FRC – funkcionalni rezidualni kapacitet

GCS (Glasgow Coma Scale) – Glasgowska ljestvica kome

ICP (intracranial pressure) – intrakranijalni tlak

IMV (intermittent mandatory ventilation) - intermitentna zadana ventilacija

IPPV (intermittent positive pressure ventilation) – intermitentna ventilacija pozitivnim tlakom

PACO₂ - alveolarni parcijalni tlak ugljikovog dioksida

PaCO₂ – parcijalni tlak ugljikova dioksida u arterijskoj krvi

PAO₂ - alveolarni parcijalni tlak kisika

PaO₂ – parcijalni tlak kisika u arterijskoj krvi

P_{bs} (pressure at the body surface) – tlak zraka na površini tijela

PCV (pressure-controlled ventilation) – tlačno kontrolirana ventilacija

P_{pl} (intrapleural pressure) – tlak tekućine u pleuralnom prostoru

PPV (positive pressure ventilation) – ventilacija pozitivnim tlakom

PSV (pressure support ventilation) – tlačno potpomognuta ventilacija

P_{ta} (transairway pressure) - gradijent tlaka između početka dišnog puta i alveola

P_{tp} (transpulmonary pressure) - gradijent tlaka između alveola i pleuralnog prostora

P_{tr} (transrespiratory pressure) - gradijent tlaka između poč. dišnog puta i površine tijela

P_{tt} (transthoracic pressure) - gradijent tlaka između alveola i površine tijela

R (resistance) - otpor

SaO₂ – zasićenje arterijske krvi kisikom

SIMV – sinkronizirana intermitentna zadana ventilacija

T_e – vrijeme izdisaja

T_i – vrijeme udisaja

V/Q – odnos ventilacije (V) i perfuzije (Q)

VCV (volume-controlled ventilation) – volumno kontrolirana ventilacija

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Dišni sustav.....	3
3.	Mehanička ventilacija	6
3.1.	Mehanika disanja.....	6
3.2.	Kontrola ventilacije.....	9
3.3.	Indikacije za uspostavu mehaničke ventilacije.....	10
4.	Stroj za mehaničku ventilaciju –"ventilator"	13
4.1.	Ventilacija negativnim tlakom	14
4.2.	Ventilacija pozitivnim tlakom	14
4.3.	Kontrolne varijable.....	15
4.4.	Karakteristike ventilatora.....	17
4.5.	Vrste mehaničke ventilacije.....	19
4.6.	Komplikacije mehaničke ventilacije.....	22
4.7.	Endotrahealna intubacija i traheotomija.....	26
5.	Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji	28
5.1.	Zdravstvena njega kod aspiracije dišnih puteva.....	29
5.2.	Zdravstvena njega bolesnika sa traheostomom.....	31
5.3.	Monitoring bolesnika na mehaničkoj ventilaciji.....	32
6.	Prikaz slučaja.....	37
6.1.	Sestrinska dijagnoza.....	37
7.	Zaključak.....	40
8.	Literatura.....	41
9.	Popis slika.....	43

1. Uvod

U posljednje vrijeme svjedoci smo nezapamćene brzine razvoja tehnologije koja se svojim inovacijama trudi pratiti nove znanstvene spoznaje i omogućiti njihovu realizaciju, a sve s ciljem, uglavnom, unapređenja kvalitete ljudskog života. Moderna medicina isto slijedi taj trend. Broj stanovnika u stalnom je porastu, sve više je starijih i bolesnih, te samim time i broj bolesnika kojima je potrebna mehanička ventilacija. Mogućnosti koje su u prošlosti bile samo teoretski naznačene, danas su doista i izvedive. Osim farmakoterapije, raspoložemo i mnogobrojnim uređajima koji, ne samo da potpomažu oslabljenu funkciju organa, nego je ponekad gotovo u potpunosti zamjenjuju te bismo ih mogli nazvati pravim umjetnim organima. Respiratorna insuficijencija prije je bila najčešći rizik mortaliteta dok je neadekvatna mehanička ventilacija također uzrokovala komplikacije u liječenju. Mehanička ventilacija kao postupak i ventilator kao uređaj za njezino izvođenje upravo su primjer takvog dostignuća. Novi načini ventiliranja su povećali izgleda za preživljavanje i smanjili neke od komplikacija. Za uspješnu umjetnu ventilaciju važno je poznavati plućnu fiziologiju i patofiziologiju. mehanička ventilacija je i postupak koji spašava živote u uvjetima kada nastupi respiracijska insuficijencija, neovisno o njezinoj etiologiji. Ona izravno održava disanje, kao jednu od životno važnih funkcija, u uvjetima kad se spontanom disanjem ne može postići dostatna ventilacija, a ujedno svojim neizravnim učincima na druge organske sustave utječe na ostatak organizma i cjelokupno preživljavanje pojedinca te bi rad moderne jedinice intenzivnog liječenja bio gotovo nemoguć bez primjene ovog postupka. Ventilaciju treba prilagoditi stupnju razvijenosti i karakteristikama pluća bolesnika. Kako se patofiziološki proces koji uzrokuje respiratornu insuficijenciju mijenja, potrebno je prilagođavati strategiju ventiliranja. Promjene je najbolje pratiti kontinuiranim monitoriranjem plućnih funkcija. Grafički prikazi plućne mehanike, koji omogućuju objektivnu analizu interakcije bolesnika s respiratorom kod svakog udaha, bitno su unaprijedili mehaničku ventilaciju. Monitoriranje pomaže i u procjeni trenutka kada se odvajanje od respiratora čini mogućim. Odvajanje ne bi trebalo nepotrebno odlagati, jer mehanička ventilacija i dalje ostaje vrlo invazivan postupak u liječenju bolesnika. Cilj ovog preglednog rada je prikazati osnovne principe primjene mehaničke ventilacijske potpore te pokušati opisati specifičnosti primjene različitih modaliteta

mehaničke ventilacijske potpore. Posebna pažnja posvećena je komplikacijama vezanim uz primjenu samog postupka te procesu odvajanja od istog. Uzimajući u obzir sve prethodno navedeno smatram da je potrebno opisati mehaničku ventilaciju, njezine komplikacije kao i ulogu medicinske sestre u pružanju zdravstvene njege.

2. Dišni sustav

Sustav dišnih organa ima svoju osnovu zadaću – dovodenje vanjskog (atmosferskog) zraka u pluća. U plućima, točnije u plućnim mjehurićima dolazi do izmjene plinova, kisika i ugljičnog dioksida, između udahnutog zraka i krvi koje se naziva izvanjsko disanje. Disanjem, odnosno ritmičnim prozračivanjem pluća uz izmjenu plinova hemoglobin, crvena boja krvnih tjelešaca, prenosi kisik iz pluća u tkiva, a istovremeno krv u tkivu preuzima ugljični dioksid koji nastaje razgradnjom u stanicama te ga izlučuje u plućima. Izmjena plinova između tkiva i krvi naziva se tkivno disanje, a između krvi i zraka izvanjsko disanje. Upravo je proces disanja i opskrba kisikom iz zraka nužan za život svake stanice u organizmu jer bez kisika one propadaju već nakon pet do deset minuta. Prirodnim disanjem, udišemo i izdišemo prosječno 500 ml zraka. Udisaji i izdisaji ponavljaju se 14 do 16 puta u minuti gotovo neosjetno jer disanjem istodobno upravljaju voljni i autonomni živčani sustav. Nakon prirodnog udisaja, najvećim udisajem možemo unijeti u pluća još oko 1500 do 3000 ml zraka dok nakon prirodnog izdisaja možemo istisnuti iz pluća još 1100 do 2500 ml zraka. Količina zraka kojom možemo raspolagati od položaja najdubljeg udisaja do najvećeg izdisaja jest vitalni kapacitet koji iznosi približno oko 4600 ml, ovisno o veličini prsnog koša, a u žena je u odnosu na muškarce manji za 20-30%. [1]

Dišni sustav sastoji se od provodnih dišnih puteva i središnjeg organa – pluća, kojem su priključeni mišići prsnog koša i ošit. Dišni putevi počinju nosom, odnosno nosnim šupljinama iz kojih zrak kroz ždrijelo i grkljan dolazi do donjih dišnih organa dušnika i dušnica (bronhi) s ograncima (bronhioli) što zrak dovodi do plućnih mjehurića, alveola. Gornji dišni organi, posebice nosna sluznica puna trepetljika vlaži i grije zrak pri disanju i zadržava čestice prašine i nečistoću. Taj proces nastavlja se i u donjim dišnim cijevima te zrak u plućne alveole stiže čist, vlažan i zagrijan [1]

Grkljan (larynx) je prošireni gornji kraj dišne cijevi smješten između ždrijela i dušnika, oblikuju ga 4 hrskavice. Najveća je štitasta hrskavica (cartilago thyroidea), ispod nje se nalazi prstenasta hrskavica (cartilago cricoidea), a na stražnjoj strani prstenaste nalaze se 2 glasnične hrskavice (cartilago arytenoideae). Iznad grkljana pod

korijenom jezika nalazi se zasebna hrskavica koja zatvara ulaz u grkljan i priječi ulaz komadića hrane u dišne putove nazvana grkljanski poklopac (epiglottis).

Dušnik (trachea) je cijev promjera 15 mm koja se nastavlja na grkljan i oblikuje ju 16 do 20 potkovastih hrskavica, a njihova je zadaća da dušnik uvijek drže otvorenim za prolazak zraka. Dušnik je iznutra obložen trepetljikastim epitelom s obiljem žlijezda koje vlaže zrak. Prednjom stranom se spušta u prsnu šupljinu i nalazi se ispred jednjaka (oesophagus), a u razini četvrtog prsnog kralješka rašlja se na lijevu i desnu dušnicu (bronchus dexter et sinister). [2]

Pluća su parni organ koji čini lijevo i desno plućno krilo te ispunjavaju veći dio prsišta. Glavnu masu pluća čine dušnice s ograncima i alveole koje su spojene na ogranke. Mjehuričaste alveole su prostori s tankim stijenkama jednoslojnog epitela koji se međusobno dotiču, a u stijenke je uložena gusta mrežica krvnih kapilara. U alveolama se nalazi zrak pa je krv od zraka odijeljena samo tankom stijenkom i međustaničjem. U plućima ima više od 300 milijuna alveola, zbog čega tvore golemu dišnu površinu od 70 do 80 m² gdje se izmjenjuju kisik iz zraka koji udišemo i ugljični dioksid koji izdišemo. Kisik se kroz alveolarnu stijenku prenosi u kapilare krvnih žila plućnih vena, koje ga dopremaju u lijevu stranu srca te potom u lijevu klijetku iz koje se sva arterijska, kisikom bogata krv, snažnim stiskanjem njezinih mišića ispumpa u glavnu žilu kucavicu aortu. Krv kroz aortu i njezine ogranke bude dopremljena svim tkivima i stanicama u ljudskom organizmu. [1]

Disanje (respiratio) je izmjena plinova između zraka u plućnim mjehurićima i krvi u plućnim kapilarama. Udisajem zrak prolazi dišne putove i dopire u alveole, gdje O₂ iz zraka kroz stjenku mjehurića ulazi u kapilarnu vensku krv, te krvlju dolazi do svih stanica u tijelu. Izdisajem CO₂ koji nastaje razgradnjom u stanicama izlazi iz venske krvi i prelazi u zrak plućnih mjehurića. Izvanjski tlak je stalan pa se mora mijenjati tlak u plućima, a to omogućuje mišićje prsnog koša. U prirodnom disanju, udišemo i izdišemo prosječno 500 ml zraka i to 12 do 16 puta u minuti (respiracijski zrak). Nakon prirodnog udisaja, najvećim udisajem možemo unijeti u pluća još oko 1500 do 3000 ml zraka (inspiracijski rezervni zrak). Isto tako nakon prirodnog izdisaja možemo najvećim

izdisajem istisnuti iz pluća još 1100 do 2500 ml zraka (ekspiracijski rezervni zrak). Količina zraka kojom možemo raspolagati od položaja najdubljeg udisaja do najvećeg izdisaja jest vitalni kapacitet i obuhvaća respiracijski te inspiracijski i ekspiracijski rezervni zrak. Nakon najvećeg izdisaja još uvijek u plućima zaostaje oko 1200 ml zraka koji ne možemo istisnuti (rezidualni zrak). Stoga nakon prirodnog izdisaja u plućima ima oko 1200 ml rezidualnog i 1500 do 2500 ml zraka, tj. ukupno 2500 do 3500 ml to je alveolarni zrak. Dio udahnutog zraka oko 150 ml ostaje naposljetku u tzv. mrtvom prostoru od nosne šupljine do dušnica i njihovih ogranaka. [2]

Disanje usklađuju 3 središta: udisajno (inspiracijsko) i izdisajno (ekspiracijsko) kojih rad usklađuje tzv. pneumotoksično središte. Funkciju pluća možemo podijeliti na 3 temeljna procesa: ventilaciju alveola, difuziju plinova kroz alveokapilarnu membranu i perfuziju što znači protok krvi kroz alveolarne kapilare [2]

3. Mehanička ventilacija

Mehanička je ventilacija neinvazivna ili invazivna. Odabir primjerene tehnike počiva na razumijevanju mehanike disanja. [3]

Mehanička ventilacija je primjena mehaničke naprave (stroja/aparata) radi djelomične potpore ili potpune zamjene bolesnikove ventilacije, te se u JIL-u provodi rutinski. Indicirana je kada bolesnikova spontana ventilacija nije dovoljna za održavanje života ili je prijeko potrebno preuzeti nadzor nad ventilacijom da bi se spriječilo zatajenje drugih organskih sustava [4]

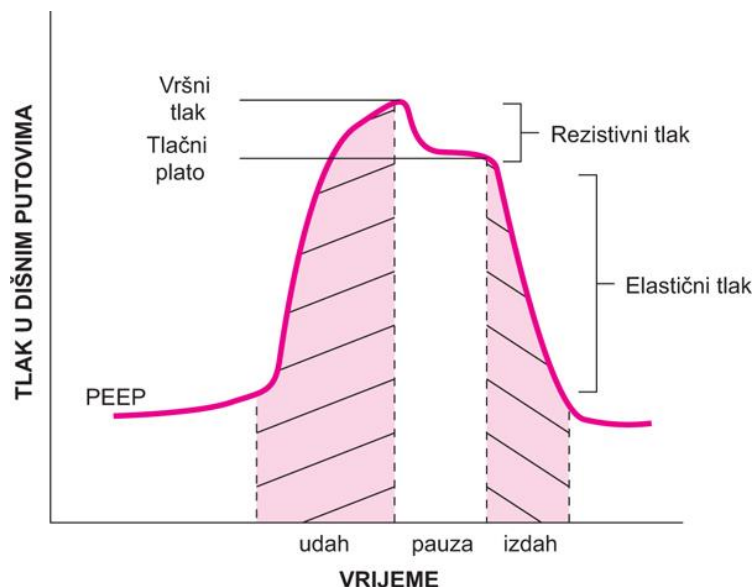
Kao značajna terapijska mjera, ne može se izbjeći kod kritično oboljelih osoba. Kada stroj preuzme neku od vitalnih funkcija, uvijek postoji rizik od komplikacija i nepredviđenih događaja. Komplikacije su srećom rijetke i ne događaju se svakom bolesniku, ali njihova ozbiljnost i težina od zdravstvenih djelatnika zahtijevaju znanje, iskustvo i odgovornost [5]

3.1. Mehanika disanja

Spontano se disanje može opisati kao ritmični proces tijekom kojega dolazi do naizmjenične kontrakcije i relaksacije dišnih mišića, što promjenom odgovarajućih tlakova unutar dišnog sustava omogućuje strujanje zraka iz atmosfere u pluća, i obrnuto. Svaki ciklus dijeli se na aktivni udisaj i, u većini slučajeva, pasivni izdisaj. [5]

Normalan inspirij stvara negativan intrapleuralni tlak s gradijentom između okoliša i pluća, što omogućava utok zraka. Pri mehaničkoj ventilaciji taj je gradijent pozitivan, posljedica povećanog tlaka u izvoru udahnutog zraka ili plina. [3]

Vršni tlak u dišnim putovima se mjeri u trenutku njihova otvaranja (P_{ao}), a mehanički ga ventilatori rutinski prikazuju. To je ukupni tlak potreban da se nadmaši otpor inspiratornom utoku zraka (rezistivni tlak), elastično vraćanje pluća i stijenke prsnog koša (elastični tlak) i alveolarni tlak prije početka udaha (pozitivan tlak na kraju ekspirija, PEEP). Stoga (vidi sliku 3.1.1.):



Slika 3.1.1. Komponente tlakova u dišnim putovima tijekom mehaničke ventilacije, inspirij

[Izvor: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/kriticna-stanja/zatajivanje-disanja-i-mehanicka-ventilacija/pregled-mehanicke-ventilacije>]

Vršni tlak u dišnim putovima = rezistivni tlak + elastični tlak + PEEP

Rezistivni tlak je produkt otpora i protoka. U mehanički ventilirane osobe otpor se javlja u krugu respiratora, u endotrahealnom tubusu te, što je najvažnije, u dišnim putovima bolesnika. Čak i kad su ovi čimbenici konstantni, povećanje protoka zraka povećava rezistivni tlak.

Elastični tlak je produkt elastičnog stezanja pluća i prsne stijenke i volumena uvedenog plina. Pri zadanom volumenu elastični tlak raste s porastom rigidnosti pluća (npr. kod plućne fibroze) i sa smanjenom pokretljivošću prsne stijenke ili dijafragme (npr. napeti ascites).

Tlak na kraju ekspirija (teleekspiratorni tlak) u alveolama normalno odgovara atmosferskom tlaku. Međutim, kad se alveole ne mogu potpuno isprazniti zbog opstrukcije dišnih putova ili ograničenog strujanja zraka, odnosno skraćenog vremena izdisaja, tlak na kraju ekspirija postaje pozitivan u odnosu na atmosferski. Taj se tlak naziva intrinzični PEEP ili auto PEEP da bi ga se razlikovalo od vanjskog, terapijskog

PEEP, koji se postiže podešavanjem mehaničkog ventilatora ili postavljanjem maske s pozitivnim tlakom kroz cijeli respiratorni ciklus.[3]

Svako povišenje vršnog respiratornog tlaka (npr. >25 cm H₂O) navodi na mjerenje tlaka na kraju inspirija (tlak platoa) zadržavanjem daha na kraju inspirija, kako bi se odredio odio rezistivnog i elastičnog tlaka. Pri tom se zahvatu izdisni ventil respiratornog uređaja drži zatvoren još 0,3–0,5 s nakon završenog inspirija, čime se odgađa izdisanje. U tom razdoblju, prestankom protoka zraka, P_{ao} se smanjuje. Tako izmjereni tlak na kraju inspirija, nakon oduzimanja PEEP, predstavlja elastični tlak (uz pretpostavku da u to vrijeme bolesnik ne izvodi aktivne pokrete inspiracije ili ekspiracije). Razlika između vršnog i tlaka platoa predstavlja rezistivni tlak. Kod nekih respiratora izdisni ventil zna ostati nepažnjom zatvoren, što se može i treba spriječiti. [3]

Povišen rezistivni tlak (npr. >10 cm H₂O) ukazuje na začepljenje endotrahealnog tubusa npr. sekretom ili stranim tijelom, odnosno na bronhospazam. Povišen elastični tlak (npr. >10 cm H₂O) govori za smanjenje plućne popustljivosti zbog edema, fibroze, lobarne atelektaze, opsežnog pleuralnog izljeva ili fibrotoraksa, odnosno ekstrapulmonalne restrikcije, npr. zbog cirkularnih opekлина i drugih deformiteta prsnog koša, ascitesa, trudnoće ili izrazite pretilosti.

Intrinzički PEEP se kod pasivnog pacijenta može izmjeriti zadržavanjem daha na kraju ekspirija. Neposredno pred udah izdisni se ventil zatvori na 2 s. Protok prestaje, čime se uklanja rezistivni tlak, a dobivena vrijednost odgovara alveolarnom tlaku na kraju ekspirija. Kvalitativno se ovaj tlak može prosuditi iz krivulje ekspiratornog protoka: ako se ovaj produžava do slijedećeg udara ili se bolesnikov prsni koš ne uspije umiriti, postoji intrinzički PEEP. Posljedice ove pojave su povećanje rada inspirija i smanjenje venskog utoka.[3]

Za odvijanje spontanog udisaja nužna je kontrakcija dišnih mišića i pritom dijafragma svojom kontrakcijom i posljedičnim spuštanjem ima najveći utjecaj, uzrokujući povećanje promjera prsnog koša u kraniokaudalnom smjeru te tako omogućujući ulazak čak 75 % volumena udahnutog zraka [5]

3.1.1. Izmjena plinova

Druga bitna odrednica disanja obuhvaća izmjenu kisika i ugljikova dioksida između alveolarnog zraka i krvi u plućnim kapilarama. Izmjena počinje na razini respiracijskih bronhiola te se nastavlja kroz cijelu respiracijsku jedinicu koja obuhvaća još i alveolarne duktuse, atrij i same alveole. Procesom difuzije kroz respiracijsku membranu kisik ulazi u kapilarnu krv gdje se veže za hemoglobin, a ugljikov se dioksid eliminira iz krvi i prelazi u alveole. Sama veličina difuzije ovisi o nekoliko čimbenika. Svako povećanje debljine ili promjena svojstava respiracijske membrane, kao i smanjenje njezine površine, mogu znatno smanjiti i otežati difuziju. Osim navedenog, brzina difuzije ovisi i o difuzijskom koeficijentu plina koji je oko dvadeset puta veći za ugljikov dioksid u odnosu na kisik te stoga pri određenoj razlici tlakova ugljikov dioksid difundira dvadeset puta brže nego kisik. Razlika između parcijalnog tlaka plina u alveolarnom zraku i kapilarnoj krvi je glavni pokretač gibanja molekula plina kroz respiracijsku membranu. U atmosferskom zraku na morskoj razini parcijalni tlak kisika iznosi oko 21,20 kPa, a ugljikova dioksida oko 0,04 kPa. Prolaskom kroz dišni sustav zrak se ovlažuje, što dovodi do malog smanjenja parcijalnog tlaka kisika na oko 19,90 kPa. U venskoj je krvi parcijalni tlak kisika približno 5,3 kPa, a ugljikovog dioksida oko 6,0 kPa. Zbog navedene razlike parcijalnih tlakova u venskoj krvi i udahnutom zraku, alveolarni parcijalni tlak kisika, PAO_2 , iznosi približno 13,9 kPa, a ugljikovog dioksida, $PACO_2$, 5,3 kPa. [6]

3.2. Kontrola ventilacije

Kontrola ventilacije odvija se putem centralnih i perifernih mehanizama koji su izrazito osjetljivi na promjene u $PaCO_2$, PaO_2 i pH. Dišni centar smješten je u području produljene moždine i ponsa i njegovo kemosenzitivno područje predstavlja centralnu kontrolu, osjetljivu prvenstveno na povećanje $PaCO_2$ i smanjenje pH. Primarni je podražaj za pobuđivanje kemosenzitivnih neurona porast razine vodikovih iona unutar

kemosenzitivnog područja, a on može biti uzrokovan ili direktnim prijelazom vodikovih iona iz krvi ili sekundarno prijelazom CO_2 iz krvi te njegovim posljedičnim pretvaranjem u H_2CO_3 , a zatim razlaganjem na vodikove i bikarbonatne ione. Budući da vodikovi ioni puno teže prolaze krvno-moždanu barijeru u usporedbi s CO_2 , smatra se da je CO_2 glavni stimulans, i to neizravno putem vodikovih iona nastalih disocijacijom H_2CO_3 . Periferna kontrola odvija se putem kemoreceptora smještenih u karotidnim i aortalnim tjelešcima i oni su primarno osjetljivi na sniženje PaO_2 . Iako je u normalnim okolnostima CO_2 glavni pokretač ventilacije preko dišnog centra, u uvjetima akutnog sniženja PaO_2 tu ulogu preuzimaju periferni kemoreceptori i hipoksemija postaje izrazito snažnim stimulansom ventilacije. [6]

3.3. Indikacije za uspostavu mehaničke ventilacije

O potrebi uspostave mehaničke ventilacijske potpore treba razmišljati uvijek kada je spontanom disanjem nemoguće postići adekvatnu minutnu ventilaciju nužnu za održavanje odgovarajućeg PaO_2 , PaCO_2 te acidobazne ravnoteže. Premda ne postoje jednoznačno definirane vrijednosti PaO_2 , PaCO_2 ili pH pri kojima bi se morala uvesti invazivna mehanička potpora disanju, danas su nam dobro poznati ciljevi koje želimo postići njenom primjenom. [7]

Možemo ih podijeliti na fiziološke i kliničke. Među fiziološke ciljeve ubrajaju se:

1. Potpora izmjeni plinova koja je usmjerena na održavanje alveolarne ventilacije (kao najvažnije odrednice PaCO_2) i adekvatne arterijske oksigenacije (uz titiranje FiO_2 i PEEP-a), što podrazumijeva održavanje SaO_2 iznad 90 %, odnosno PaO_2 iznad 60 mmHg.
2. Održavanje funkcionalnog rezidualnog kapaciteta (FRC) preveniranjem nastanka atelektaza.
3. Smanjenje dišnog rada. Dišni rad normalno je prisutan samo tijekom udisaja, dok se kod kritično bolesnih pacijenata može pojaviti u obje faze dišnog ciklusa. Nadalje, u takvih pacijenata dišni rad može zahtijevati čak do 40 % ukupne potrošnje kisika iscrpljujući time bolesnika i dovodeći u konačnici do zamora

dišne muskulature i prijetee respiracijske insuficijencije. Klinički ciljevi nastoje ukloniti hipoksemiju, korigirati acidobazni poremećaj, olakšati dispneju, stabilizirati prsni koš te smanjiti dišni rad, a time i potrošnju kisika, napose kardijalnu. Za razliku od samih početaka primjene mehaničke ventilacijske potpore, kada još nije bila razvijena svijest o ijatrogenoj ozljedi pluća koju ona može uzrokovati, danas se sve više pažnje usmjerava tzv. protektivnim strategijama kojima se nastoji smanjiti mogućnost nastanka takvih ozljeda. [8]

Standardni kriteriji za uspostavu mehaničke ventilacije obuhvaćaju apneju ili odsutnost disanja, akutnu respiracijsku insuficijenciju, prijetee respiracijsku insuficijenciju, hipoksemičnu respiracijsku insuficijenciju s povećanim radom pri disanju.

Akutna respiracijska insuficijencija jedna je od najčešćih indikacija za uspostavu mehaničke ventilacije. Pod ARI-em podrazumijevamo svako stanje pri kojim je respiracijska aktivnost u potpunosti odsutna ili nedostatna za učinkovitu oksigenaciju i uklanjanje CO₂.

Može se podijeliti na :

a) *Hipoksemičnu respiracijsku insuficijenciju* - rezultat je teškog poremećaja ventilacijsko - perfuzijskog odnosa (V/Q). Pojavljuje se pri poremećaju difuzije, alveolarne hiperventilacije.

b) *Hiperkapnička respiracijska insuficijencija* - posljedica je nedostatne ventilacije i njezine nesposobnosti da održi normalan PaCO₂.

Do insuficijencije respiracije dovode poremećaji središnjeg živčanog sustava, poremećaji udruženi s neuromišićnom funkcijom, poremećaji koji rezultiraju povećanim radom pri disanju. Glavni parametri koji indiciraju mehaničku potporu su SpO₂ manja od 88% i pH vrijednost manja od 7.25. Uz plinske analize važna je i klinička procjena dišne muskulature, poremećaj svijesti, neefikasan kašalj i iskašljavanje te znakovi zatajenja vitalnih funkcija. [9]

Prema Svjetskoj Zdravstvenoj Organizaciji indikacije za mehaničku potporu su: teška dispneja, broj udisaja veći od 35 u minuti, teška hipoksemija, teška acidoza i hiperkapnija, respiratorni arest, somnolentnost, kvalitativni poremećaji svijesti, kardiovaskularne komplikacije, ostale komplikacije (metabolički poremećaji, sepsa, pneumonija, plućna embolija, barotrauma, masivni izljev u prsište), neuspjeh neinvazivne ventilacije. [10]

4. Stroj za mehaničku ventilaciju – "ventilator"

Ventilatori (strojevi za ventilaciju pluća) mogu u potpunosti ili djelomično zamijeniti normalnu ventilaciju pluća.

S obzirom na način na koji stvaraju inspiracijsku silu mogu se podijeliti na :

Ventilatore negativnog tlaka - Oni primjenom negativnog izvantorakalnog tlaka stvaraju subatmosferski tlak unutar pluća čime se omogućuje ulazak zraka u pluća.

Ventilatori pozitivnog tlaka - Povećavaju tlak u samim plućima, te tako omogućuju ulazak plinova u pluća. Proizvode inspiracijsku silu kojom preko klipa pomoću visokog tlaka izbacuju smjesu plinova iz stroja. [9]

Spoj između bolesnika i ventilatora čini bolesnikov sustav koji se sastoji od inspiracijskog dijela, ekspiracijskog dijela i spojnog dijela (y nastavak).

Ovim sustavom omogućuje se dovod i odvod plinova između bolesnika i ventilatora koji obuhvaća:

- *Inspiracijsku valvulu* - Ona kontrolira protok i tlak za vrijeme faze inspiracije, za vrijeme trajanja inspiracijske faze ekspiracijska je valvula zatvorena.
- *Ekspiracijska valvula* - kontrolira PEEP. Inspiracijska valvula je za vrijeme trajanja ekspiracijske faze zatvorena.
- *Krug ventilatora* - omogućuje protok između ventilatora i bolesnika.

Zbog kompresije plina i elastičnosti kruga ventilatora bolesnik ne prima dio volumena plina iz ventilatora, taj dio se naziva kompresivni (mrtvi) volumen. Neki ga ventilatori mogu kompenzirati. [10]

4.1. Ventilacija negativnim tlakom (eng. negative pressure ventilation, NPV)

Ventilacija negativnim tlakom u svojoj je osnovi stvaranja inspiracijske sile vrlo slična mehanici spontanog disanja. Najpoznatiji su primjer zasigurno željezna pluća (eng. iron lung), koja su proizveli Drinker i Shaw 1928. godine, a svoju su masovniju primjenu našla tijekom epidemije poliomijelitisa sredinom 20. stoljeća. [11]

Danas se vrlo rijetko koriste, i to uglavnom kod bolesnika s neuromuskularnim poremećajima koji zahtijevaju dugotrajnu ventilacijsku potporu. Princip rada zasniva se na primjeni subatmosferskog, negativnog tlaka oko prsnog koša tijekom udisaja, čime dolazi do povećanja negativnosti intrapleuralnog, a zatim i alveolarnog tlaka. Budući da je glava izvan navedenog uređaja, tlak na razini usta jednak je atmosferskom tlaku te zbog novonastalog gradijenta dolazi do spontanog ulaska zraka u dišni sustav. Zbog navedenih sličnosti sa spontanim disanjem, kao glavna prednost NPV-a ističe se manji utjecaj na kardiovaskularnu funkciju te izbjegavanje komplikacija povezanih s primjenom umjetnog dišnog puta koji kod NPV-a ne postoji [12]

4.2. Ventilacija pozitivnim tlakom (eng. intermittent positive pressure ventilation, IPPV)

Ventilacija pozitivnim tlakom naziv je za oblik mehaničke ventilacijske potpore pri kojem ventilator tijekom inspirija "upuhuje" zrak pod pozitivnim tlakom u dišne puteve bolesnika, bilo preko umjetnog dišnog puta kod invazivne, bilo preko raznih tipova maski kod neinvazivne ventilacije. Budući da ventilator preuzima sav ili samo dio dišnog rada pacijenta, ovisno o razini zadane respiracijske potpore, tlak koji ventilator generira mora biti dostatan za svladavanje elastičnosti pluća i otpora dišnih puteva, osnovnih sila koje se opiru udisaju. Gradijent tlaka potreban za svladavanje tih sila predstavlja upravo transrespiracijski gradijent, $P_{tr} = P_{alv} + P_{ta}$, pri čemu P_{alv} označava silu za svladavanje elastičnosti, a P_{ta} silu za svladavanje otpora. Kako je elastičnost (E) recipročna vrijednost popustljivosti (C), a $C = \Delta V / \Delta P$, to je $P_{alv} = V_T / C$, odnosno $P_{alv} = V_T \times E$. Raspisujući drugi dio jednadžbe, dolazimo do Ohmova zakona koji kaže da je otpor protoku (R) jednak omjeru gradijenta tlaka koji generira taj protok (P_{ta}) 14 te samog protoka (), odnosno $P_{ta} = \dot{V} \times R$. Budući da su navedeni gradijenti (P_{tr} , P_{alv} , P_{ta})

odraz mehaničkih svojstava pluća koja se mijenjaju s promjenama kliničkog stanja bolesnika te tako utječu na plućnu funkciju, zahtijevajući ponekad i promjene u samom načinu pružanja mehaničke ventilacijske potpore, nužno ih je moći objektivizirati mjerenjem. Mjere se manometrom na razini spojnog dijela (Y nastavka) pacijentova sustava, a njihova se vrijednost prikazuje na zaslonu ventilatora. [13]

4.3. Kontrolne varijable

Osim faznih varijabli koje kontroliraju pojedini dio dišnog ciklusa, prilikom uspostavljanja indikacije za mehaničku ventilacijsku potporu nužno je odrediti i osnovni mehanizam koji će kontrolirati način isporuke dišnog volumena (VT), tj. odrediti kontrolnu varijablu. Primarna varijabla kojom se određuje način kako ventilator isporučuje VT naziva se kontrolnom varijablom. Ona se održava konstantnom tijekom udisaja, neovisno o mogućim promjenama mehaničkih svojstava dišnog sustava. S obzirom na njezin odabir, ventilatore dijelimo na četiri tipa: one koji su kontrolirani volumenom, tlakom, protokom ili vremenom. Danas se najčešće koriste ventilatori kontrolirani volumenom ili tlakom, a izbor uglavnom ovisi o indikaciji te stavu liječnika ili ustanove. [14]

Za vrijeme strojne ventilacije mehaniku disanja određuju tri osnovne varijable koje mora kontrolirati sam ventilator, a to su: *tlak, volumen i protok*. Oni se mijenjaju tijekom vremena, ventilator mora kontrolirati jednu od ove tri varijable te se prema tome ventilatori razvrstavaju kao kontrolori tlaka, kontrolori volumena i kontrolori protoka. Pojedini ventilatori mogu kontrolirati više od jedne varijable, ali ne sve u isto vrijeme. [10]

Respiracijski ciklus može se podijeliti u četiri različita dijela ili faze:

- *Prijelaz iz ekspirija u inspirij (varijabla okidanja, trigger variable)*

Varijabla koju ventilator koristi za započinjanje inspirija, može se koristiti tlak, protok, volumen ili vrijeme. Pri korištenju vremena za početak inspiracije ventilator započinje

inspirij ovisno o namještenoj frekvenciji. Pri uporabi tlaka za početak inspirija ventilator se pokreće na pad osnovnog tlaka neovisno o zadanoj frekvenciji. Pri korištenju protoka za početak inspirija stroj mjeri gubitak protoka u bolesnikovom sustavu i započinje inspirij.

- *Inspirij (granična varijabla)*

Za vrijeme inspirija tlak, protok i volumen rastu iznad bazalnih vrijednosti. Ako ni jedna od varijabli za vrijeme inspirija ne poraste iznad unaprijed zadanih vrijednosti inspirij neće završiti prije vremena. Ako se unaprijed zadana vrijednost neke varijable premaši inspirij će se završiti u tom trenutku pa se takva varijabla označuje kao ograničavajuća. Tlak se vrlo često rabi kao granična varijabla.

- *Prijelaz iz inspirija u ekspirij (ciklička varijabla)*

Kada neka mjerna varijabla dosegne unaprijed zadanu vrijednost inspiracija prestaje. Kod ventilatora kontroliranih protokom, inspirij završava kada se postigne unaprijed zadani volumen.

- *Ekspirij (početna, bazalna varijabla)*

Kao početna ili bazalna varijabla uglavnom se koristi tlak. Varijabla kojom završava inspirij obično je volumen, vrijeme ili protok. [10]

4.4.Karakteristike ventilatora

Glavne karakteristike ventilatora su : tipovi disanja, podešavanje ventilatora, alarmi ugrađeni u ventilator, monitoring, bolesnikov sustav. [10]

4.4.1. Tipovi disanja

- Kontrolirano disanje

Kontrolirano ili strojno disanje dovodi bolesniku plinove prema zadanim varijablama sa točno određenom i fiksnom frekvencijom, ta se frekvencija naziva strojna frekvencija. Bolesnik ima pokušaj disanja. Kontrolirani udisaj se prekida kad se dosegne zadana ciklička varijabla.

- Asistirano disanje

Može biti umjesto kontroliranog ili pridodano pojedinim kontroliranim udisajima. Asistirani udisaj započinje u trenutku kad je bolesnik proizveo dostatan pokušaj inspiriraja da se okidanje uklopi u zadanu osjetljivost ventilatora. Ovaj tip disanja donosi onoliko plinova u bolesnika koliko je zadano unaprijed određenim kontroliranim varijablama, a završava se zadanim cikličkim varijablama.

- Spontano disanje

Bazira se na potrebama bolesnika, protok i volumen određeni su bolesnikovim inspiratornim naporom. Protok se uključuje kad je inspiratorni napor bolesnika dostatan da se svlada zadana osjetljivost, što je veći inspiratorni napor bolesnika to je veći protok koji proizvodi ventilator. Spontani udisaj prestaje kada bolesnikova potreba padne ispod osnovne poticajne vrijednosti. [10]

4.4.2. Podešavanje ventilatora

Na suvremenim strojevima postoji mogućnost podešavanja različitih parametara ventilatora kao što su: respiracijski volumen, frekvencija respiracije, protok, postotak kisika, PEEP/CPAP, osjetljivost napora bolesnika, inspiracijska pauza, oblik krivulje protoka, volumen dubokog udaha, frekvencija dubokog udaha, višestruki duboki udah, vršni tlak, vrijeme inspirija, odnos inspirija i ekspirija. [10]

4.4.3. Alarmi ugrađeni u ventilatore

Alarmi ugrađeni u ventilator imaju ulogu da upozoravaju na vrijeme na moguće opasnosti.

Kod suvremenih ventilatora alarme možemo podijeliti u dvije skupine:

- *Alarmi koje odabire liječnik*

Alarm visokog i niskog inspiracijskog tlaka, alarm niskog respiracijskog volumena , alarm niskog minutnog volumena disanja, alarm visoke frekvencije, alarm niskog PEEP-a ili CPAP-a, alarm za apneju.

- *Alarmi ugrađeni u ventilatore*

Oni prepoznaju: gubitak plinova u sustavu bolesnika, nedostatno trajanje inspirija, niski tlak zraka ili kisika, postojanje zapreke u krugu bolesnika, insuficijentnost baterija. [4]

4.4.4. Monitoring ugrađen u ventilatore

Današnji ventilatori opremljeni su određenim monitoringom koji kliničarima omogućuje procjenu stanja bolesnika, reakcije bolesnika na terapijske intervencije. Monitorirane vrijednosti su prikazane brojčano na kontrolnoj ploči ventilatora, a mogući

su i dodatni grafički prikazi. Najnoviji ventilatori imaju ekran na kojem je moguće analizirati sve monitorirane vrijednosti.

4.4.5. Bolesnikov sustav

To je dio ventilatora koji povezuje bolesnika sa strojem. Njegova zadaća je omogućiti dovod plinova od ventilatora do bolesnika i odvod plinova iz bolesnika. Sastoji se od inspiracijskog, ekspiracijskog i spojnog (tzv. Y) dijela. [10]

4.5. Vrste mehaničke ventilacije

Kombinacija različitih mogućih tipova udisaja i faznih varijabli određuje modalitet, način strojne ventilacije.

4.5.1. Potpuna respiracijska potpora (eng. Controlled Mechanical Ventilation, CMV, i Assist/Control, A/C)

Potpuna se potpora disanju dijeli na kontroliranu i asistirano-kontroliranu, ovisno o tome je li moguće pacijentovo spontano započinjanje udisaja. Zajedničko obilježje tih dvaju oblika jest da je udisaj uvijek mandatoran, tj. dostavljen u unaprijed zadanom dišnom volumenu ili tlaku, ovisno o odabranoj kontrolnoj varijabli. Ovim oblikom potpore ventilator obavlja sav rad disanja nužan za održavanje alveolarne ventilacije adekvatnom. [15] Karakteriziran je respiracijskom frekvencijom od 8/min naviše te dišnim volumenima od 8 do 15 mL/kg idealne tjelesne težine (IBW). [9] Prednost ovog načina ventilacije je omogućavanje potpune respiracijske potpore pacijentima koji ne mogu spontano disati, a nudi i mogućnost sinkronizacije disanja između pacijenta i ventilatora. Glavni nedostaci su potreba za dubokom sedacijom

(ponekad i neuromišićnom relaksacijom), mogućnost nastanka respiracijske alkaloze ili povećanja dišnog rada (ako je osjetljivost ventilatora neodgovarajuća) te atrofija dišnih mišića. Indicirana je u bolesnika koji zahtijevaju neuromišićnu relaksaciju, u onih s neuromuskularnim bolestima te deprimiranim ili nestabilnim centrom za disanje. [16]

4.5.2. Djelomična respiracijska potpora - asistirano disanje

Označuje kombinaciju spontanog disanja i mehaničke respiracijske potpore, pri čemu je udio pacijentovog dišnog rada u održavanju minutne ventilacije varijabilan. Glavne prednosti su smanjenje brzine mišićne atrofije jer pacijent aktivno sudjeluje u dišnom radu, smanjena potreba za sedacijom i relaksacijom, lakše prepoznavanje bolesnikovih potreba i akutnih promjena kliničkog stanja te lakše odvikavanje od aparata. [17]

4.5.3. Sinkronizirana intermitentna zadana ventilacija (eng. Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation, SIMV)

Prvotni oblici ovog modaliteta obuhvaćali su pružanje potpomognutih, mandatornih udisaja od strane ventilatora, koji su bili ili volumno ili tlačno kontrolirani te određeni unaprijed zadanom frekvencijom, a u intervalima između tih udisaja je pacijentu bilo omogućeno spontano disanje, vlastitom frekvencijom i ovisno o vlastitim inspiracijskim naporima. Budući da udisaji od strane ventilatora nisu bili sinkronizirani sa spontanim, dolazilo je do tzv. breath 21 stackinga, odnosno pojave dvostrukog udisaja kada bi se mandatorni nadovezao na kraj spontanog udisaja, uzrokujući time povećanu dostavu dišnog volumena bolesniku unutar jednog dišnog ciklusa. [16] Takav oblik, nazvan intermitentna mandatorna ventilacija (IMV), danas je postao puno

kompleksniji i, što je najvažnije, sinkroniziran s pacijentovim spontanim udisajima te je usavršavanjem IMV-a razvijen novi modalitet – SIMV. [13] Osnovna značajka SIMV-a je pružanje određenog broja tlačno ili volumno kontroliranih udisaja, zadanih unaprijed namještenom frekvencijom ventilatora, koji započinju onda kada registriraju inspiracijski napor pacijenta, tj. koji su sinkronizirani s tim naporima. Između mandatornih udisaja pacijent diše vlastitom frekvencijom spontanih udisaja koji, da bi se smanjio dišni rad, mogu biti tlačno potpomognuti (PSV). Tlak kojim su oni potpomognuti obično je manji od PIP-a generiranog tijekom mandatornih udisaja. [16]

4.5.4. Tlačno potpomognuta ventilacija (eng. Pressure Support Ventilation, PSV)

Tlačno potpomognuta ventilacija asistirani je oblik potpore koji se u potpunosti oslanja na obrazac disanja pacijenta, tj. mandatorni udisaji ne postoje (kao ni minimum zadane frekvencije) pa je postojanje apnejskih alarma od izrazite važnosti. Pacijent sam određuje frekvenciju disanja, T_i i protok zraka, što uvelike pridonosi njegovoj udobnosti i sinkroniji s ventilatorom. Razina tlačne potpore i osjetljivost određeni su ventilatorom. Varijabla okidanja jest pacijentov inspiracijski napor, graničnu varijablu predstavlja unaprijed određen tlak, a cikličku varijablu protok. [16]

Razina tlačne potpore za smanjenje dišnog rada obično iznosi oko 5 cm H₂O za zdrava pluća, odnosno 8 do 14 cm H₂O kod patoloških stanja. Kriteriji za prijelaz inspirija u ekspirij ovise prvenstveno o prisutnoj plućnoj patologiji. Tako je kod osoba s KOPB-om protok koji označuje taj prijelaz obično oko 40 %, a kod pacijenata s restriktivnom patologijom oko 10 % vršnog inspiracijskog protoka. Dišni volumen isporučen pacijentu ovisi o razini tlačne potpore, inspiracijskom naporu te mehaničkim svojstvima dišnog puta. PSV se danas koristi tijekom odvikavanja pacijenta od aparata, a primjenjuje se i u kombinaciji s drugim modalitetima, kao što je SIMV. [16]

4.5.5. Kontinuirani pozitivni tlak u dišnim putevima (eng. Continuous Positive Airway Pressure, CPAP)

Kao što sam naziv kaže, ovaj modalitet predstavlja kontinuiranu primjenu pozitivnog tlaka tijekom cijelog dišnog ciklusa pa tlak na kraju izdisaja (odnosno bazalna varijabla) poprima vrijednost veću od 0 kPa. Kao takav, CPAP ne pridonosi smanjenju dišnog rada izravno, već se njegovom primjenom mali dišni putevi održavaju otvorenima što povećava FRC, pridonosi povećanju popustljivosti, olakšava udisaj i time poboljšava oksigenaciju. Budući da funkcionalno odgovara PEEP-u, njegova previsoka razina može imati isti utjecaj na kardiovaskularni sustav kao i previsoka razina PEEP-a. Poput PSV-a, i ovaj modalitet u potpunosti ovisi o pacijentovim inspiracijskim naporima i spontanoj frekvenciji disanja te, kad se primjenjuje samostalno, zapravo predstavlja spontano disanje pacijenta, uz određenu razinu mehaničke potpore. [18]

4.6. Komplikacije mehaničke ventilacije

Mogu se podijeliti na posljedice intubacije i na posljedice same ventilacije. U prve spadaju sinuzitis, respiratorna pneumonija, stenoza traheje, ozljede glasnica te treheozofagealne i traheovaskularne fistule. U komplikacije mehaničke ventilacije idu pneumotoraks, hipotenzija i ozljeda pluća izazvana ventilatorom (engl. ventilator-associated lung injury = VALI), s oštećenjima dišnih putova i parenhima zbog cikličkih otvaranja i zatvaranja dišnih putova, hiperinflacije ili kombinacije ovih čimbenika. [3]

Ako mehanički ventiliran bolesnik upadne u akutnu hipotenziju treba odmah posumnjati na tenzijski pneumotoraks. Pad tlaka je ipak mnogo češće posljedica nedovoljnog venskog punjenja zbog previsokog intratorakalnog tlaka, posebno u bolesnika kojima se isporučuje previsoki PEEP ili imaju intrinzično visok PEEP zbog astme ili KOPB, navlastito uz hipovolemiju. Hipotenzija zna biti i posljedica antiadrenergičkog učinka sedativa, koji se daju kako bi se olakšala intubacija i

ventilacija. Ako nema fizikalnih znakova tenzijskog pneumotoraksa, a mogući uzrok leži u mehaničkoj ventilaciji, bolesnik se, do prispjeća pokretnog RTG uređaja, može odvojiti od respiratora i oprezno manualno ventilirati BVM priborom (100% O₂, 2–3 udaha/min) uz infuziju 500–1000 ml 0,9% NaCl odraslima ili 20 ml/kg djeći; promptni boljitak govori za uzrok u aparaturi pa treba reprogramirati parametre respiratora. [3]

4.6.1. Komplikacije vezane uz umjetni dišni put

Umjetni dišni put može se uspostaviti transnazalnim ili transoralnim putem pomoću endotrahealnog tubusa, a u slučaju verificirane potrebe za produljenom ventilacijom i traheotomijom pomoću kanile. Komplikacije vezane uz endotrahealnu intubaciju mogu nastati tijekom same intubacije (osobito ako je ona otežana) i mogu se očitovati kao oštećenje struktura lica, usne šupljine i ždrijela, grkljana... Jedna od težih komplikacija uključuje i mogućnost aspiracije prilikom intubacije i posljedični razvoj aspiracijske pneumonije. Produljena primjena umjetnog dišnog puta može uzrokovati nastanak trahealnih ishemijskih ulceracija, erozija, traheomalacije, oštećenja glasnica itd. Traheotomija se provodi kad se ustanovi potreba za produljenom ventilacijskom potporom, a pacijentovo je stanje stabilno za zahvat. Prednost ovog postupka očituje se povećanjem komfora bolesnika, redukcijom mrtvog prostora, lakšim uklanjanjem sekreta, a kao moguće komplikacije navode se granulacije i stenoze nakon dekanilacije. [9]

4.6.2. Komplikacije vezane uz plućnu funkciju

Plućna ozljeda samo je jedna od mogućih komplikacija povezanih sa strojnom potporom. Može se očitovati kao barotrauma, volutrauma, atelektrauma ili njihove kombinacije. Osim plućne ozljede, primjena strojne potpore vrlo brzo dovodi i do atrofije dišnih mišića, a klinički tijek bolesti može se komplicirati i nastankom upale

pluća uzrokovane ventilatorom. Također, ne smije se zaboraviti ni na moguće negativne učinke neadekvatne koncentracije kisika u udahnutom zraku.

4.6.2.1. Barotrauma

Plućna barotrauma je ozljeda pluća karakterizirana prodorom zraka izvan alveola te se, ovisno o smjeru tog prodora, može manifestirati kao intersticijski emfizem, pneumotoraks, pneumomediastinum, pneumoperikard, pneumoperitoneum ili subkutani emfizem. Može nastati spontano, traumatski ili iatrogeno, kao posljedica invazivnih zahvata ili primjene ventilacije pod pozitivnim tlakom (PPV). Ova posljednja smatra se barotraumom u užem smislu i nastaje u 10-65 % bolesnika na strojnoj ventilaciji, a najčešće se očituje kao pneumotoraks. Čimbenici koji pogoduju nastanku barotraume mogu se podijeliti na one ovisne o ventilatoru i one uzrokovane određenim predisponirajućim stanjima pacijenta, kao npr. KOPB, ARDS,... [9]

4.6.2.2. Volutrauma

Definirana je kao ozljeda plućnog parenhima nastala uslijed primjene visokih vrijednosti dišnih volumena (VT) i posljedičnog visokog transpulmonalnog tlaka (Ptp), pravog tlaka koji rasteže alveole. Smatra se kako je upravo njegova povećana vrijednost glavni razlog nastanka volutraume, a kako je on definiran ne samo alveolarnim, već i pleuralnim tlakom, to promjene obaju tlakova mogu dovesti do njegova povećanja i posljedične ozljede. Glavni mehanizam kojim povišeni transpulmonalni tlak dovodi do nastanka ozljede očituje se u prekomjernom rastezanju alveola. Kako su pluća heterogena po svojim mehaničkim svojstvima, osobito u pacijenata s plućnom patologijom (npr. ARDS), to će se više rastezati one alveole koje su popustljivije (u primjeru ARDS-a alveole koje nisu atelektatične, ispunjene edemom, dakle "zdrave alveole"). Prekomjerno rastezanje alveola dovodi do otpuštanja upalnih medijatora što uzrokuje oštećenje alveolarnog epitela, povećanje permeabilnosti kapilara te rezultira posljedičnim nastankom nekardiogenog edema i smanjenjem popustljivosti u dotad zdravim područjima pluća. Zato se ovaj oblik plućne ozljede često naziva i "biotrauma", a njen značaj očituje se i u činjenici da može doći do otpuštanja upalnih medijatora

(proinflammatory citokina) u sistemski krvotok, potencirajući time nastanak sistemskog upalnog odgovora i mogućeg daljnjeg pogoršanja kliničkog stanja. [16]

4.6.3. Učinci na kardiovaskularni sustav

Nefiziološki tlakovi u prsnom košu tijekom primjene PPV-a uvelike utječu na funkciju srca i velikih krvnih žila. Glavna determinanta je upravo vrijednost srednjeg tlaka u dišnim putevima (MPAW) koja jako dobro korelira s hemodinamskim promjenama, a ovisi uglavnom o visini PEEP-a. Pozitivni tlak u prsištu prenosi se na srce i velike krvne žile, pritom ih komprimira te povišuje tlak u šupljij veni. Povećanjem centralnog venskog tlaka smanjuje se gradijent između desnog atrija i sistemskih vena što dovodi do smanjenja venskog priljeva, odnosno smanjenja preloada desnog ventrikula. Smanjenje venskog priljeva glavni je učinak mehaničke 37 ventilacije na kardiovaskularni sustav i osnovna terapija u slučaju njegova izrazitog sniženja je nadoknada volumena. Nasuprot tome, afterload desnog ventrikula se povećava jer pozitivni tlak u prsištu dovodi do komprimiranja plućnih kapilara i posljedičnog porasta plućne vaskularne rezistencije. Ovaj je učinak posebice naglašen kod primjene velikih dišnih volumena i visokog PEEP-a te u slučajevima smanjene kontraktilne sposobnosti desnog ventrikula kada tako veliko povećanje otpora plućne cirkulacije može uzrokovati akutnu dilataciju desnog ventrikula i posljedično značajan pomak interventrikularnog septuma. Izraziti pomak septuma može dovesti do smanjenja udarnog volumena lijevog ventrikula kod pacijenata sa smanjenom funkcijom lijevog ventrikula ili hipovolemijom. [19]

Pozitivni tlak u prsištu djeluje i na funkciju lijevog ventrikula. Smanjen venski priljev i pomak septuma pridonose smanjenju udarnog volumena lijevog ventrikula. S druge strane, pozitivni intratorakalni tlak prenosi se na lijevi ventrikul i torakalnu aortu, povišujući tlak u njima i posljedično smanjujući tlačno opterećenje lijevog ventrikula. Smanjeni venski priljev uz smanjeni afterload lijevog ventrikula mogu biti poželjna pojava kod pacijenata s disfunkcijom lijevog ventrikula. U pacijenata sa zdravim

kardiovaskularnim sustavom tijekom primjene mehaničke ventilacijske potpore rijetko dolazi do razvoja sistemske hipotenzije, zahvaljujući održanim kompenzatornim mehanizmima. Nasuprot njima, kod pacijenata s kompromitiranom kardiovaskularnom funkcijom, hipovolemijom ili pak pri primjeni izrazito velikih tlakova / dišnih volumena, funkcija kardiovaskularnog sustava može biti izrazito narušena, a dominantni mehanizam je upravo smanjenje venskog priljeva i posljedični pad srčanog minutnog volumena. [16]

4.6.4. Učinci na bubrežnu funkciju

Učinci na bubrežnu funkciju uglavnom su posljedica hemodinamskih promjena koje se pojavljuju tijekom PPV-a, osobito smanjenja srčanog minutnog volumena koje dovodi do aktivacije kompenzatornih mehanizama. Simpatička stimulacija aktivira sustav reninangiotenzin-aldosteron, a povećava se i lučenje antidiuretičkoga hormona. Navedeni mehanizmi smanjuju natriurezu i diurezu, dovodeći do povećanja intravaskularnog volumena te tako nastoje održati vrijednosti krvnog tlaka unutar normalnog raspona. [9]

4.7. Endotrahealna intubacija i traheotomija

Bolesnici koji su respiratorno ugroženi i ovise o mehaničkoj ventilaciji izloženi su invanzivnim postupcima kao što su endotrahealna intubacija i traheotomija. Oba postupka se izvode s ciljem pristupa dišnom putu.

4.7.1. Endotrahealna intubacija

Endotrahealna intubacija je postupak zbrinjavanja dišnog puta gdje plasiramo ET direktno u traheju. Indikacije za endotrahealnu intubaciju su: srčani zastoj (provođenje

kardiopulmonalne reanimacije), potreba za zaštitom i osiguranjem dišnog puta, nemogućnost odgovarajuće oksigenacije i ventilacije pacijenta, toaleta dišnog puta, primjena lijekova intrapulmonalno, hipoksemija bilo kojeg uzroka, hiperkapnija bilo kojeg uzroka, ozljede glave s GCS 9 i manje od 9, anestezija, operativni zahvati. [20]

4.7.2. Traheotomija

Traheotomija je kirurški postupak u kojem se stvara umjetni vanjski otvor na dušniku (trachea). Dugotrajna mehanička ventilacija je najčešća situacija u kojoj je potrebno napraviti traheostomiju kod pacijenata u JIL-u. Mogu se napraviti "rane" i "kasne" traheotomije. Rane traheotomije (≤ 10 dana nakon trahealne intubacije) u usporedbi s kasnom traheotomijom (> 10 dana nakon trahealne intubacije) smanjuju rizik smrtnosti životno ugroženih pacijenata kojima se predviđa dugotrajno umjetno disanje. [21]

5. Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji

Briga za bolesnika na mehaničkoj ventilaciji obuhvaća širok spektar sestrinskih intervencija povezanih sa radom visoko razvijene, sofisticirane invazivne i neinvazivne medicinske opreme za liječenje i njegu bolesnika na mehaničkoj ventilaciji, kao i efekta planiranih i primijenjenih intervencija.

Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji zahtjeva planiranje cjelovite skrbi koje je samo po sebi sastavni dio zdravstvene njege. Proces zdravstvene njege započinje prikupljanjem podataka, analizom prikupljenih podataka te definiranjem problema odnosno sestrinskih dijagnoza. Sprječavanje intrahospitalnih infekcija vrši se u suradnji s povjerenstvom za intrahospitalne infekcije. U prevenciju intrahospitalnih infekcija ubrajaju se mjere koje preveniraju prijenos patogena sa jednog bolesnika na drugog su dezinfekcija ruku/higijena ruku, stručno provođenje zdravstvene njege, stručno izvedeni dg. i th. postupci, pravovremena izolacija inficiranog/ koloniziranog bolesnika osobito ukoliko se radi o infekciji/kolonizaciji multirezistentnom bakterijom. Ciljana dezinfekcija je važna jer sav pribor koji dolazi u kontakt posredno ili neposredno s dišnim putovima intubiranog bolesnika mora biti sterilan ili dezinficiran visokim stupnjem dezinfekcije, zatim provođenje svih invazivnih postupaka u aseptičkim uvjetima, stručni postupci čišćenja od strane nezdravstvenog osoblja te i najvažnije racionalna upotreba antibiotika. [22]

Bolesnici na mehaničkoj ventilaciji su bolesnici koji 24 sata na dan provode u krevetu i u njemu obavljaju svoje životne potrebe. U JIL-u, ovisno o tipu JIL-a, primaju se bolesnici nakon dugotrajnih i opsežnih operativnih zahvata i bolesnici koji u anamnezi imaju neku od bolesti koja bi mogla pogoršati ili ugroziti njihov postoperativni tijek. Također se liječe septični bolesnici, bolesnici sa multiorganskim zatajenjem, bolesnici koji zahtijevaju invazivni hemodinamski monitoring i mehaničku ventilaciju. U JIL se primaju i potencijalni donori te bolesnici putem hitne službe, a najčešće su to bolesnici s teškom politraumom i neurotraumom te teška akutna stanja. JIL spadaju u visoko rizične odjele i neophodno je poštivanje aseptičke tehnike rada s ciljem prevencije infekcija. Potrebna je priprema zdravstvenog osoblja, bolesnika i pribora prije provođenja njege i izvođenja medicinskih intervencija kako bi se izbjegle situacije u kojima bi se bolesnik mogao osjećati neugodno ili da bi se izbjegle situacije

koje bi zbog dužeg trajanja njege pogoršale stanje bolesnika. Prije same njege potrebno je bolesniku osigurati privatnost, kod njege bolesnika na mehaničkoj ventilaciji sudjeluju najmanje dvije sestre. Potrebna je svakodnevna primjena standardnih mjera zaštite koje vrijede za svakog bolesnika.

Njega usne šupljine provodi se minimalno tri puta dnevno, a ukoliko postoje naslage ili infekcija i češće. Potrebni nutrijenti se nadoknađuju parenteralnom prehranom. Ulazna mjesta insercije centralnih i perifernih katetera te ostalih invazivnih pomagala potrebno je fiksirati i redovito previjati i promatrati. Pratiti unos tekućine primjenjene parenteralno i enteralno te iznos tekućine. Potreban je monitoring vitalnih funkcija i praćenje stanja svijesti te o svakoj promjeni obavijestiti liječnika. Sve učinjeno evidentirati na listu i sestrinsku dokumentaciju radi lakšeg praćenja stanja i pružanja najbolje moguće zdravstvene njege.

5.1.Zdravstvena njega kod aspiracije dišnih puteva

Aspiracija dišnog puta je takav postupak koji omogućava odstranjenje sekreta iz dišnih putova pomoću katetera za aspiraciju spojenog na izvor negativnog tlaka. Bolesnika je potrebno poticati da sam iskašljava sekret, i na taj način izbjegne nepotrebno aspiriranje. Kada mehanizam kašlja nije dovoljan za izbacivanje sekreta, provodi se aspiracija po potrebi, sve dok postoji povećana sekrecija. Nepotrebna aspiracija sekreta uzrokuje bronhospazam i mehaničku traumu trahealne sluznice.

5.1.1. Priprema bolesnika

Nakon procjene za potrebom aspiracije potrebno je pripremiti bolesnika na način da mu se objasni što će se raditi. Upozoriti bolesnika da je aspiracija sekreta neugodan zahvat budući izaziva osjećaj gušenja. Bolesnika je potrebno smiriti jer je bolesnik uplašen zbog kašlja i nemogućnosti komunikacije. Za izvođenje postupka bolesnika se postavi u semi-Fowlerov položaj.

5.1.2. Priprema pribora

Medicinska sestra će provjeriti ispravnost aspiratora, uključiti ga, te još jednom provjeriti ispravnost aparata. Prije samog postupka potrebno je uključiti 100% kisik na respiratoru u trajanju od 3 minute (pri aspiraciji pratiti vrijednost SpO₂). Uz pribor za aspiraciju pripremiti i ambu nadohvat ruke.

Važno je znati odabrati odgovarajući sterilni aspiracijski kateter. Uporaba prevelikoga katetera uzrokuje zatvaranje lumena kanile te uzrokuje hipoksiju. Pripremiti sterilne rukavice, masku, pregaču, pripremiti štrcaljku od 5 ili 10 ml, sterilnu fiziološku otopinu, te provesti higijensku antisepsu ruku (higijensko pranje i higijensko utrljavanje).



Slika 5.1.2.1. Medicinski aspirator
[Izvor: www.ams-meding.si]

5.1.3. Izvođenje postupka

Prilikom izvođenja postupka pridržavati se aseptičnih tehnika rada.

Uključiti aspirator, otvoriti omot katetera, navući sterilne rukavice, vrh katetera uronimo u sterilnu fiziološku otopinu jer omogućava lakše uvođenje katetera i reducira mogućnost oštećenja tkiva, nakon uvođenja katetera u traheju uključiti negativni tlak na

aspiratoru, poticati bolesnika na duboko disanje. Ako je sekret gust, ukapamo 3-5 ml fiziološke otopine u kanilu, aspirirati sadržaj okrećući nježno kateter za 360 stupnjeva, ne dulje od 5 do maksimalno 10 sekunda, promatrati bolesnika tijekom aspiracije jer može doći do pada PaO₂, te na kraju izvedenoga postupka rasporemiti pribor.

Aspiracija usne šupljine obavlja se bez zatvaranja kontrolnog mehanizma na cijevi za sukciju. Ono omogućuje započinjanje aspiracije orofaringealne šupljine bez ozljeđivanja iste.

Sustav za aspiraciju potrebno je zamijeniti svaka 24 sata. Ukoliko je došlo do kontaminacije potrebno ga je zamijeniti odmah. [23]

5.2.Zdravstvena njega bolesnika sa traheostomom

Zdravstvena njega traheostome mora se provoditi svakodnevno, posebice prvih dana nakon postavljanja traheostome. Učestalost toaleta stome i kanile ovisi o količini sekreta, krvarenju, lokalnom stanju stome.

Toaleta traheostome sastoji se od: čišćenja otvora, aspiracije sekreta iz dišnih putova, promjene kanile te promjene zavoja. Predložak bi trebalo mijenjati najmanje dva puta dnevno, a po potrebi i češće.

5.2.1. Priprema bolesnika

Medicinska sestra će provesti higijensko pranje ruku, te pripremiti bolesnika tako da će mu objasniti što će se raditi i postaviti ga u njemu udoban položaj. Zamoliti bolesnika da bude miran ukoliko njegovo stanje to dozvoljava.

5.2.2. Priprema pribora

Od pribora su nam potrebne rukavice, sterilni set gaza, antiseptik, sterilni zavoji, zaštitna krema, bubrezasta posuda.

5.2.3. Izvođenje postupka

Postupak izvode dvije medicinske sestre, sestra asistent će otvoriti sterilan set za previjanje, ukloniti nečisti tupfer i zavoj, te ga odložiti u posudu za otpad. Druga sestra uzima sterilnu pincetu, fiziološkom otopinom navlažen tupfer i čisti područje oko kanile ispod prirubnica. Svaki puta uzima novi tupfer. U uporabi su fiziološka otopina i antiseptik. Nakon čišćenja koža se dobro posušiti, te se pregleda stoma i njezino okolno područje (crvenilo, otekline rubova rane). Ako je prisutna infekcija, po preporuci liječnika koža se namaže antibiotskom mašću i otopinom (antiseptička organska boja s bakteriostatskim i fungicidnim djelovanjem). Staviti pripremljenu gazu oko stome s krajevima prema dolje (takav način previjanja sprječava rezanje gaze, što može biti opasno zbog udisanja sitnih djelića gaze), postaviti čistu vrpцу u pločicu kanile i oviti je oko vrata, učvrstiti sa strane vrata kako ne bi kompromitirala meka tkiva kad bolesnik leži na leđima, provjeriti položaj kanile, čvrstoću i sigurnost zavoja (zavoj i vrpca ne smiju stezati bolesnika oko vrata, ne smiju biti „labavi“ da kanila ne bi ispala). Suvišan sekret aspirira se iz traheje kateterom koji je povezan s aspiratorom na električni pogon. Aspiracija se provodi u aseptičnim uvjetima. Kanila se mora očistiti kada se u njoj skupi sekret. [23]

5.3. Monitoring bolesnika na mehaničkoj ventilaciji

Za monitoring bolesnika potrebni su suvremeni, kompjuterizirani aparati koji omogućavaju praćenje i ispis svih parametara (slika 3) . Mjerene vrijednosti i signali prikazuju se na zaslonu monitora, a uključuju EKG krivulju, brojčane vrijednosti i krivulje arterijskog i središnjeg venskog tlaka, SpO₂, krivulju i frekvenciju disanja i pulsa, tjelesnu temperaturu itd. Rezultati mjerenja pohranjuju se u memoriju uređaja i prikazuju u unaprijed određenim intervalima na zaslonu, brojčano i u obliku krivulja te istodobno ispisuju na papiru. [24]



Slika 5.3.1. Monitor za praćenje vitalnih funkcija

[Izvor : www.medicinskaopremabeograd.com]

5.3.1. Monitoring respiracije

Praćenje respiratorne funkcije jedan je od najvažnijih monitoringa vitalnih funkcija bolesnika u JIL-u. Ventilacija je proces izmjene vanjskih plinova s alveolarnim plinovima, s posebnim ciljem izmjene O₂ iz vanjske okoline s CO₂ iz alveolarnog prostora.

Uloga medicinske sestre pri procjeni načina disanja je usmjerena na boju bolesnika, frekvenciju, dubinu, ritam i trajanje pojedinih faza disanja, kao i eventualnu upotrebu pomoćne dišne muskulature ili pojavu paradoksalnog disanja. Monitoring respiracije označuje kontinuiranu procjenu adekvatne funkcije pluća, što je posebice značajno u bolesnika koji su mehanički ventilirani. Medicinska sestra u svom radu vodi računa i o samom aparatu, tehničkim značajkama i ispravnosti priključaka. U svakoj promjeni stanja bolesnika, odstupanja od postavljenih parametara obavijestiti liječnika. [24]

5.3.2. Monitoring ventilacije - kapnografija

Jedna od glavnih zadaća pluća je eliminacija CO₂ putem fiziološkog procesa ventilacije. Kapnografija i kapnometrija metode su kontinuiranog monitoriranja koncentracije CO₂ tijekom svakog respiratornog ciklusa. Za razliku od kapnometra koji pokazuje samo digitalne vrijednosti, kapnograf kontinuirano prikazuje krivulju udahnutog i izdahnutog CO₂. Najviša vrijednost CO₂ u izdahnutom zraku postiže se na samom kraju izdaha (end-tidal CO₂ ili EtCO₂) i najbolje označuje alveolarni CO₂. Uobičajena mjerna jedinica za EtCO₂ su mmHg ili kPa. Najpopularnija i najviše korištena metoda za mjerenje EtCO₂ je infracrvena spektrografija. Temelji se na svojstvu CO₂ da apsorbira infracrvenu svjetlost različitih valnih dužina. Infracrveni senzor može biti postavljen u glavnoj struji između tubusa i y nastavka (mainstream method). Normalna vrijednost CO₂ je 23-27 mmol/l. [24]

5.3.3. Laboratorijsko praćenje

Laboratorijsko nadziranje bolesnika u području rada sestre podrazumijeva pravilno uzimanje uzoraka krvi za pretrage (hematološke, koagulacijske, biokemijske, mikrobiološke itd.), prikupljanje i dokumentiranje nalaza, pri čemu je kod svakog odstupanja od normalnih vrijednosti potrebno upozoriti liječnika. Cilj je uzeti materijal po propisanim standardima u svrhu izbjegavanja komplikacija i dobivanja pravovremenih i točnih vrijednosti. [24]

5.3.4. Odvajanje od mehaničke ventilacijske potpore

S trenutkom uspostavljanja mehaničke ventilacijske potpore određuju se i glavni ciljevi koji se njome žele postići. Osim pružanja adekvatne respiracijske potpore, rješavanja osnovnog uzroka koji je doveo do respiracijske insuficijencije i zadovoljavanja bolesnikovih potreba dok on to nije sam u mogućnosti napraviti, pred kliničara se nameće i nužnost omogućavanja što ranijeg oslobađanja od aparata

kada to, razumljivo, stanje bolesnika dopušta. Invazivna strojna ventilacija, kao što samo ime kaže, predstavlja invazivni postupak sa svim potencijalnim komplikacijama, čija se učestalost povećava razmjerno duljini trajanja njezine primjene. Odvikavanje od strojne ventilacije označava postupno ukidanje ventilacijske potpore pacijentu čije se stanje poboljšava. [16] Ovisno o brzini tog postupka možemo ga podijeliti na tzv. "nagli" i "spori" prekid. [9]

5.3.4.1. "Naglo" odvikavanje

Ovaj način odvikavanja primjenjuje se uglavnom u pacijenata koji su strojnu potporu zahtijevali kroz kraće razdoblje, kao što je to primjerice kod pružanja postoperativne ventilacijske potpore. Čak 80 % takvih pacijenata ne zahtijeva postupno odvikavanje te je prekid strojne potpore u njih obično brz i ne toliko kompliciran proces. [16]

5.3.4.2. "Sporo" odvikavanje

Postupno se odvikavanje koristi kod bolesnika koji su zahtijevali dugotrajniju primjenu strojne potpore i za njegovo je započinjanje nužna pravilna procjena o spremnosti bolesnika za samostalnim, nepotpomognutim disanjem. Ukidanje strojne potpore pruža prednosti u vidu izbjegavanja komplikacija povezanih s njezinom primjenom, no s druge strane, njezino prerano ukidanje u nespremnh pacijenata može proizvesti suprotni učinak, dovodeći do pretjeranog zamora dišne muskulature, neadekvatne izmjene plinova i, načelno uzevši u obzir, mogućnosti kompromitiranja dišnog puta (mada pojam odvikavanja od strojne potpore i ekstubacija nisu sinonimi). Iz navedenoga proizlazi kako prije odluke o započinjanju procesa odvikavanja kliničar mora dobro procijeniti sve prednosti i mane, a u tome mu mogu pomoći postojeći, "na znanstvenim spoznajama utemeljeni", protokoli za odvikavanje. Protokol koji će ovdje biti naveden predstavlja smjernice za odvikavanje od strojne ventilacije kod pacijenata

kojima je ona bila pružana dulje od 24 h, a donesen je od strane triju organizacija – ACCP-a, SCCM-a i AARC-a. [25]

Prvi korak tog protokola obuhvaća procjenu stanja koje je dovelo do potrebe uvođenja strojne potpore. Ako nije došlo do poboljšanja ili korekcije tog uzroka, s velikom se vjerojatnošću može zaključiti da će proces odvikavanja biti neuspješan. Potvrdi li se da je pacijentovo stanje zadovoljavajuće, da je on stabilan, kooperativan i da postoji spontani obrazac disanja, započinje se s provjeravanjem tzv. kriterija odvikavanja (eng. weaning criteria). Tu se ubrajaju parametri koji upućuju na adekvatnost mehanike disanja, izmjene plinova i hemodinamskog statusa, kao npr. PaO_2/FiO_2 , alveolarno-arterijski gradijent kisika, maksimalni inspiracijski tlak, vitalni kapacitet, veličina PEEP-a, prisutnost acidoze, dišni rad, vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog tlaka itd. Ti su pokazatelji uglavnom nepouzdati, no među njima se po svojoj pouzdanosti ipak ističe tzv. Rapid Shallow Breathing Index (RSBI), koji predstavlja omjer respiracijske frekvencije i dišnog volumena pacijenta (u litrama), pri čemu se indeks manji od 105 smatra pokazateljem uspješnog odvajanja. [9]

Nakon potvrde pacijentove spremnosti za početak postupka odvikavanja odabire se za to najprikladnija tehnika.

6. Prikaz slučaja

U završnom radu je prikazana bolesnica stara 65.godina, dovežena kolima HMP, soporoznog stanja svijesti. Od obitelji se doznaje da je bolesnica u večernjim satima po dolasku kući nakon razgovora s obitelji otišla u sobu te su nakon nekog vremena iz sobe čuli 'heartikulirane' glasove. Obitelj ju nije mogla dozvati. Prethodno se nije žalila na glavobolju i druge tegobe. Boluje od arterijske hipertenzije. Od lijekova uzima Tritace i Concor.

U neurološkom statusu po dolasku u OHBP : soporoznog stanja svijesti, šiju ne koči. Zjenice jednake, okrugle, uredne fotomotorike. Bulbusi medioponirani. Bez spontanog nistagmusa. Lijevostrani piramidni deficit. Tijekom pregleda dolazi do pogoršanja stanja svijesti, bolesnica se od strane anesteziologa analgosedira i orotrahealno intubira. Vrijednost krvnog tlaka 105/53 mmHg, puls 83/min.

Učini se MSCT mozga : na učinjenim nativnim slojevima mozga prikažu se obostrano i difuzno, od baze do konveksiteta u potpunosti ispunjeni subarahnoidalni sulkusi i bazalne cisterne obilnim hemoragijskim sadržajem u smislu subarahnoidalne hemoragije – SAH-a - ruptura aneurizme baze mozga sa prodorom hemoragijskog sadržaja u IV komoru. Početni difuzni edem mozgovine. Primjerena širina ostalog ventrikularnog sustava. Kostí glave b.o.

Dg: Subarahnoidalno krvarenje, Arterijska hipertenzija.

6.1. Sestrinska dijagnoza

Dekubitus u/s vezi sa smanjenom pokretljivošću što se očituje oštećenjem epidermalnog i dermalnog tkiva veličine 5x5cm

CILJ : Za vrijeme boravka u bolnici postići će se smanjenje veličine dekubitusa.

INTERVENCIJE :

- procijeniti stanje dekubitusa pri prijemu pacijenta i svakodnevno

- opisati stupanj dekubitusa, veličinu (izmjeriti!), lokaciju, sekreciju, nekrotično tkivo, granulacije
- dokumentirati, posebno pratiti sve promjene u odnosu na raniji status
- utvrditi plan zbrinjavanja dekubitalne rane
- stimulirati cirkulaciju, održavati vlažnost unutrašnjosti dekubitalne rane kako bi se potaknulo cijeljenje
- ispuniti unutrašnjost dekubitalne rane propisanim hidrokoloidnim gelom
- izmijeniti podlogu ili prijevoj na dekubitalnoj rani
- pratiti znakove i simptome hidracije: CVT, diurezu, specifičnu težinu urina i stanje sluznice usne šupljine
- održavati higijenu kože
- mijenjati položaj pacijenta u krevetu svaka 2 sata
- osigurati dovoljan broj osoblja
- provoditi aktivne i pasivne vježbe ekstremiteta

EVALUACIJA : Pacijentici se za vrijeme boravka u bolnici smanjila veličina dekubitusa.

Visok rizik za oštećenje sluznice usne šupljine u/s vezi s sekundarnim mehaničkim nadražajem

CILJ : Za vrijeme boravka u bolnici, neće doći od oštećenja sluznice

INTERVENCIJE :

- uputiti pacijenta u važnost svakodnevne oralne higijene
- omogućiti pacijentu provođenje oralne higijene - prema standardu
- naučiti pacijenta ispravno provoditi oralnu higijenu
- pacijentu bez svijesti oralnu higijenu provoditi s glavom okrenutom na stranu ili u bočnom položaju ako nije kontraindicirano
- ne ispirati usta tekućinama sa sadržajem alkohola, limunske kiseline
- provoditi oralnu higijenu svakih 2-3 sata

- podučiti pacijenta i obitelj čimbenicima koji doprinose oštećenjima sluznice usne šupljine i važnosti periodičnih stomatoloških pregleda
- posavjetovati se s liječnikom kako ublažiti bol

EVALUACIJA : Pacijentici za vrijeme boravka u bolnici nije oštećena sluznica usne šupljine

7. Zaključak

Znanje i vještine koje iziskuje zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji ima naglasak na poznavanju anatomskih i fizioloških pojava, kliničkog dijela, te standardne procedure mehaničke ventilacije. Temeljem podataka u radu možemo zaključiti da za bolesnike koji su vitalno ugroženi i respiratorno ovisni o mehaničkoj ventilaciji su bitni osposobljeni zdravstveni djelatnici. Tim koji se bavi zdravstvenom njegom bolesnika zajedno surađuje u radu s bolesnikom s ciljem unaprjeđenja njegovog zdravstvenog stanja. Potrebno je provoditi brojne intervencije s ciljem što bržeg oporavka bolesnika. Bitna je edukacija i profesionalnost u izvođenju medicinsko-tehničkih postupaka koji su za bolesnika invazivni, te poznavanje izvođenja postupaka i pridržavanje svih protokola rada zbog sprječavanja komplikacija.

Osim definiranja sestrinskih dijagnoza, postavljanja ciljeva te prikupljanja podataka i provođenja planiranih intervencija iz područja zdravstvene njege, medicinska sestra/tehničar provodi najviše vremena uz samog bolesnika, te joj to omogućava pravilnu procjenu te kontinuiranu evaluaciju, Poznavanje propisanih mjera / uvjeta, standardne procedure za izvođenje radnje omogućava podizanje razine kvalitete sestrinske skrbi bolesnika na mehaničkoj ventilaciji. Standardi i kriteriji u osnovi određuju kvalitetu, čime se definitivno osigurava pozitivan ishod zdravstvene njege ovih bolesnika.

8. Literatura

1. www.definicijahrane.hr/dijetoterapija/disni-sustav/, pristupljeno 05.09.2016. 18:05h
2. Keros P., Pećina M., Ivančić Košuta M. Temelji anatomije čovjeka. Naprijed. Zagreb, 1999.
3. www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/kriticna-stanja/zatajivanje-disanja-i-mehanicke-ventilacije/pregled-mehanicke-ventilacije, pristupljeno 06. 09.2016. 12:45h
4. Stanić Š. Usporedba povezanosti ventilator pneumonija u odnosu na broj dana mehaničke ventilacije. Shock. 2012. <http://www.shock.hdm-sarist.hr/> pristupljeno: 04.09.2016.
5. Stoelting, R. K. (1995). Handbook of Pharmacology and Physiology in Anesthetic Practice. Philadelphia: Lippincott – Raven Publishers
6. Guyton, A. C. i Hall, J. E. (2006). Medicinska fiziologija. Zagreb: Medicinska naklada.
7. Pierson, D. J. (2002). Indications for mechanical ventilation in adults with acute respiratory failure. Respir Care 47: 249.
8. Levison, H. i Cherniack, R. M. (1968). Ventilatory cost of exercise in chronic obstructive pulmonary disease. J Appl Physiol 25: 21.
9. Jukić M., Gašparović V., Husedžinović I., Majerić Kogler V. i sur. Intenzivna medicina. Medicinska naklada, 2008.
10. Kalauz S. Mehanička ventilacija-zdravstvena njega bolesnika. Nastavni tekstovi Zdravstveno veleučilište. Zagreb, 2003.
11. Kacmarek, R. M. (2011). The mechanical ventilator: past, present, and future. Respir Care 56: 1170-1180.
12. Corrado, A. i Gorini, M. (2006). Negative pressure ventilation. U: Tobin, M. J.: Principles and practice of mechanical ventilation. New York: McGraw – Hill
13. Irwin, R. S. i Rippe, J. M. (2008). Irwin and Rippe's Intensive Care Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
14. Sanborn, W. G. (2005). Monitoring respiratory mechanics during mechanical ventilation: where do the signals come from? Respir Care 50: 28.
15. Peruzzi, W. T. (1990). Full and partial respiratory support: the significance of ventilator mode. Respir Care 35: 174.
16. Cairo, J. M. (2012). Pilbeam's Mechanical Ventilation: Physiological and Clinical Applications. St. Louis, Missouri: Mosby.

17. Karadža, V., Majerić Kogler, V., Perić, M., Popović, Lj., Šakić, K. i Vegar Brozović, V. (2004). Klinička anesteziologija i reanimatologija. Zagreb: Katedra za anesteziologiju i reanimatologiju.
18. Chatburn, R. L. i Volsko, T. A. (2009). Mechanical ventilators. U: Wilkins, R. L., Stoller, J. K., Kacmarek, R. M.: Egan's fundamentals of respiratory care, ed 9. St. Louis: Mosby.
19. Pepe, P. E., Lurie, K. G., Wigginton, J. G., et al. (2004). Detrimental hemodynamic effects of assisted ventilation in hemorrhagic states. Crit Care Med 32 (9 Suppl): S414-20.
20. Rauche zdravstveni časopis. Procedure endotrahealne intubacije. 2015. <http://www.rauche.net/izdanja/broj-5/pneumonija-uzrokovana-ventilatorom-kod-kirurških-bolesnika-u-jedinici-intenzivnog-liječenja/>. Pristupljeno : 12.09.2016. 20:21h
21. www.cochrane.org/CD007271/ANAESTH_timing-of-tracheostomy-for-critically-ill-patients-who-are-predicted-to-be-on-long-term-artificial-respiration . Pristupljeno : 12.09.2016. 20:26h
22. Kovačević I., Bijuk R., Đuzel M. Sestrinska skrb za bolesnika na mehaničkoj ventilaciji SHOCK, GODINA XI, BROJ 1, 2007.g. Dostupno na <http://www.shock-onlineedition.hr/magazines/29/ebc42aecb73156fc88559c59babb6518.pdf>. Skinuto sa mreže 08.09.2016.g. 11:34h
23. Laurović B. Proces zdravstvene njege bolesnika sa traheostomom.2013. Dostupno na www.hrčak.srce.hr. ristupljeno: 02.09.2016.g. 15:34h
24. Karanović N. Nadzor-monitoring. Katedra za anesteziologiju i intenzivnu medicinu. Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu Kliničke vještine. Nastavni materijal. Dostupno na : <http://neuron.mefst.hr/docs/katedre/anesteziologija/Cirkulacija%20Modul%20E,%20KV%20II,%20%20final.pdf>. Pristupljeno: 10.09.2016.g., 21:23h
25. MacIntyre, N. R. (2004). Evidence-based ventilator weaning and discontinuation. Respir Care 49: 830-6

9. Popis slika

1. Slika 3.1.1. Komponente tlakova u dišnim putovima tijekom mehaničke ventilacije, inspirij. Dostupno na : <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/kriticna-stanja/zatajivanje-disanja-i-mehanicka-ventilacija/pregled-mehanicke-ventilacije>
2. Slika 5.1.2.1. Medicinski aspirator. Dostupno na : www.ams-meding.si
3. Slika 5.3.1 Monitor za praćenje vitalnih funkcija. Dostupno na : www.medicinskaopremabeograd.com

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za biomedicinske znanosti		
PRISTUPNIK	Alen Štajduhar	MATIČNI BROJ	5318/601
DATUM	28.08.2016	KOLEGIJ	Klinička medicina V
NASLOV RADA	Zdravstvena njega bolesnika na mehaničkoj ventilaciji		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Health care patients on mechanical ventilation		
MENTOR	Nikola Bradić, dr.med.	ZVANJE	v. predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	- Ivana Živoder, dipl.med.techn., predsjednik - Nikola Bradić, dr.med., mentor - Marijana Neuberg, mag.med.techn., član - Melita Sajko, dipl.med.techn., zamjenski član		

Zadatak završnog rada

BROJ	795/SS/2016
OPIS	Mehanička ventilacija je primjena mehaničke naprave radi djelomične potpore ili potpune zamjene bolesnikove ventilacije. Indikacije za uvođenje mehaničke ventilacije obuhvaćaju apneu, respiracijsku insuficijenciju,... Komplikacije se mogu podijeliti na posljedice intubacije i na posljedice same mehaničke ventilacije. Sestrinska skrb za bolesnika na mehaničkoj ventilaciji obuhvaća širok spektar sestrinskih intervencija. Cilj rada je prikazati ulogu med. sestre zbrinjavanju bolesnika na mehaničkoj ventilaciji te na moguće komplikacije i rizike. U radu je potrebno - definirati pojam mehaničke ventilacije - objasniti Indikacije za postavljanje mehaničke ventilacije - objasniti moguće komplikacije - objasniti zdravstvenu njegu bolesnika na mehaničkoj ventilaciji

ZADATAK URUČEN



22. 09. 2016

Sveučilište Sjever



SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ia, Alen Stajduhar (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Zaključak njegova bolničkog na internetskoj stranici (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Alen Stajduhar
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ia, Alen Stajduhar (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Zaključak njegova bolničkog na internetskoj stranici (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Alen Stajduhar
(vlastoručni potpis)