A lélegeztetés típusai, céljai, indikációi, stratégiája. Leszoktatás lélegeztetésről. A lélegeztetőgépek felosztása. Oxigénterápia

Lorx András

SE AITK

Légzési elégtelen:

- Gázcsere zavar hypoxia, hypercapnia
  - Oxigén?
- Légzésmechanika, légzési munka
  - Váladékretenció
- Keringési elégtelenség, terhelés, shock
- Központi idegrendszer zavarai
  - GCS 8 a határ
- Légútbiztosítás

A lélegeztetőgépek működési elve

- A levegő a magasabb nyomású helyről az alacsonyabb nyomású helyre megy
- A lélegeztetést a belégzést okozó nyomásváltozásról nevezzük el:
  - Negatív nyomású (a légkörhöz képest)
  - Pozitív nyomású

- Negatív nyomású lélegeztetés, mely a mellkas körül hoz létre alacsonyabb nyomást
  - Pajzs
  - Vastüdő

- Pozitív nyomású lélegeztetés Interface-n keresztül
  - Endotracheális tubus
  - Tracheostomás tubus
  - Maszkok
  - Csutora
  - Fejzsák
  - Jet

A lélegeztetőgépek felosztása

- Invazív
  - Lélegeztetés ET vagy TT-n keresztül
  - CMV, PCV, PSV, SIMV, BiPAP
- Nem-invazív
  - BiPAP, CPAP, PAV, PSV

- Meghatározott áramlásirányú rendszerek
- Demand áramlású rendszerek

- Áramlás-, Nyomás szabályozás, Dual-control, Closed-loop szabályozás etc.

- Zárt rendszerű
- Nyitott rendszerű
- Félig nyitott rendszerű

Demand áramlású rendszer

- A gép a kívánt nyomást tartja fent, a be- és a kilégző szelepek folyamatos szabályozásával
- Nincs igazán belégzési, kilégzési fázis
- A beteg ki- be lélegezhet az adott nyomáson
- A beteg és a gépi légzésciklus eltérhet, nincs szinkronitási gond

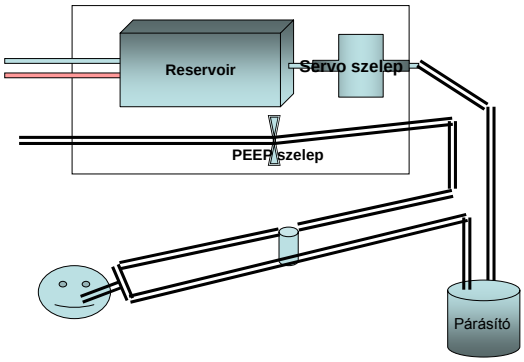
Meghatározott áramlású rendszer

- Belégzési ciklusban csak belégzési áramlás lehetséges, minden módban
- Kilégzésben csak kilégzéési áramlást enged meg
- Be-kilégzési ciklusok a be-kilégzési trigger által váltakoznak

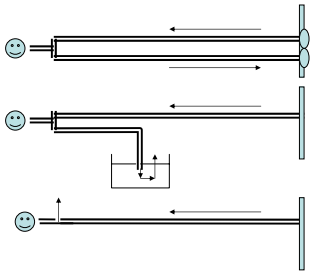
Alapvető formák

- Kontrollált
  - A belégzés ideje
  - Jellege
  - Nincs pácienstrigger
  - A belégzés gyakorisága (időtrigger)
  - A kilégzés passzív
- Asszisztkontroll
  - A belégzés ideje
  - Jellege
  - Van pácienstrigger is
  - Ha a beteg a beállított frekvenciánál gyakrabban kezdeményez belégzést, úgy a kilégzési idő rövidül, és esetleg nem marad elég idő a teljes kilégzésre (Dinamikus hiperinfláció)
  - A belégzés gyakorisága (időtrigger)
  - A kilégzés passzív
- Asszisztált
  - Csak pácienstriggerrel indul
  - Csak triggerrel vált kilégzésre (időlimit)
  - Támogatás (nyomás)

A lélegeztetőgépek felépítése



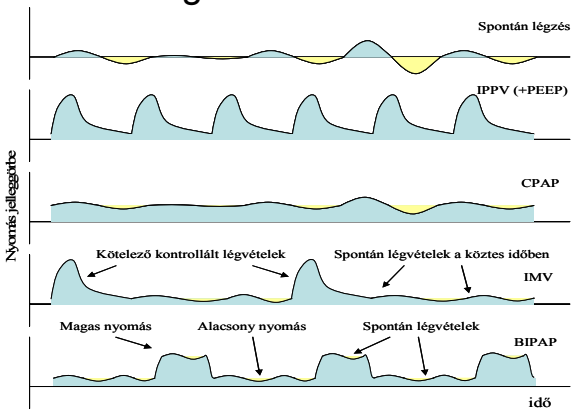
Légzőkör-rendszerek



Meghatározott áramlású rendszerek

Demand áramlású rendszerek

Lélegeztetési módok



A cél

- Megfelelő gázcsere biztosítása
- Haemodinamikai hatások (nyomás-volumen kapcsolatok változása)
  - CO, V˙O2 igény csökken
  - Afterload, preload csökken
  - Hypotonia preload csökkenés az intrathoracalis nyomással arányos, ez pedig a tüdő volumenével és nem a légúti nyomással!
    - (COPD, Emphysema)
- Légzési munka csökkenés
- Atelekcáziák megszüntetése (FRC; □V/ □Q)
- Váladék management
- Légutak védelme
- Tüdőszövet gyógyulásának támogatása
- Szimpatikus túlsúly csökkenés
- Szövődmények megelőzése
- Stabilitás!! Kontrolálhatóság!!

Célok:

- Invazív
  - Jól szabályozott légzés
  - A beteg légzését kiigazítani a kedvünk szerint
  - Tömített rendszer (tubus)
- Non-invazív
  - A beteg spontán légzését segíteni
  - Tökéletlen tömítettség (maszkok)
  - Tökéletes szinkronítás
  - Gyors reakció nagy áramlások

A lélegeztetés indikációi

Légzési elégtelenség:

- Partial PaO_2 < 55-60 Hgmm $PaCO_2$ < 40 Hgmm
- Global PaO_2 < 55-60 Hgmm $PaCO_2$ > 50 Hgmm

COPD:

- Progresszív hypercapnia
- Romló acidózis
- Tachypnoe
- Excesszív légzési munka
- Légzőizom fatigue
- Tudatállapot változása
- Instabil haemodynamika

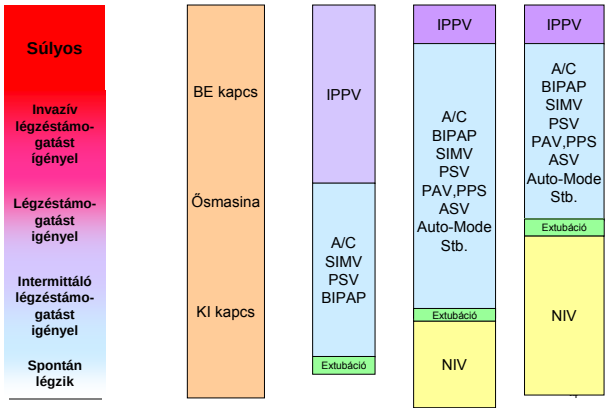
Pneumonia:

- Légzési elégtelenség bármely formája
- Open lung approach
- Terápiás módszer

Optimális légzéstámogatás

- Mindig a szükséges problémát/kat célozzuk
- A betegségnek és az állapotnak megfelelő lélegeztetési forma, mód és paraméter
- Így néha „invazívabbak” agyunk, néha kevésbé
- Ahogy a beteg gyógyul, csökkentsük az „invazivitást”, váltsunk módot, majd formát ha szükséges

Lélegeztetési stratégiák



Lélegeztetési mód

Invazív

- Légútbiztosítás
- A légzés kontrollja
  - MV
  - FRC
- Magasabb nyomások is alkalmazhatók
- Kritikus állapotú beteg
- Magas FiO_2
- 100% párásítás lehetősége

Neminvazív

- Intakt légútvédelem
- Spontán légzés támogatása
  - A ventiláció fokozása
  - Légzési munka csökkentése
- Mérsékelt nyomások csak
  - 4-20 H_2Ocm
- Kooperáló beteg
- Nincs közvetlen életveszélyes állapot

Gázcsere javítása

Oxigenizáció javítása

- FiO_2
- MAP (Mean Airway Pressure)
  - PEEP
  - Belégzési nyomás, volumen
  - Belégzési idő
- dV/dQ rendezés
  - Folyadék háztartás
  - Pozicionálás hasrafordítás
  - Spontán légzésaktivitás
- Oxigén felhasználás csökkentése
  - WOB (work of breathing) csökkentése, kontrollált lélegeztetés, lázcsillapítás, szedálás

CO_2 elimináció javítása

- MV (minute ventilation
  - RR (respiratory rate) emelése
  - Vtidal emelése
- CO_2 produkció csökkentése
  - WOB (work of breathing) csökkentése, kontrollált lélegeztetés, lázcsillapítás, szedálás
- Holttér csökkentése

Miért lélegeztetünk

- Pozitív nyomású lélegeztetés keringési hatásai
  - Afterload csökken
  - Preload csökken
  - Falfeszülés csökken
  - Oxigenizáció javul
- Befolyásoló paraméterek
  - Légúti nyomás: MAP, PEEP, I/E, etc.
  - Mellűri nyomás: légzőizom aktivitás

A szívelégtelenségben a szív AFTERLOAD-DEPENDENS

Az egészséges szív PRELOAD-DEPENDENS
A csökkenő preload volumennel kitűnően rendezhető!

Miért lélegeztetünk

- Légzési munka csökkentése
  - Légzőizmok pihentetése
  - O2 felhasználás csökken
    - Keringési hatások
  - A légzési munkát képes vállalni
  - Szimpatikotonia

Az emelkedett légzőmunka önmagában is szívelégtelenséghez vezethet
Légzőizmok keringésigénye az összes 40%-a is lehet

Miért lélegeztetünk?

- Légutbiztosítás - intubáció
  - Biztosítja a légutakat
  - Elérhető légutak
    - Gyógyszer
    - Váladék
  - DE:
    - Fokozott légzési munka
      - Keringés, O2 felhasználás, stb.
    - Fokozott szimpatikus aktivitás
    - Saját PEEP effektus kiiktatása

Mód

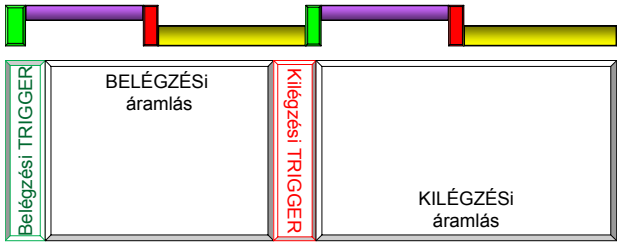
- Betegségnek és az állapotnak megfelelően!
- Egyebekben a primeren választandó egyéb indikáció hiányában az *A/C áramlásszabályzott idő vagy volumen vezérelt* mód
  - Biztosított MV
  - Emelhető percventiláció (RR)
  - Belégzési csúcsnyomás limitáció
  - Változó körülmények közt is biztosított MV
  - Kontrol: légúti nyomás
- Asszisztáláshoz A/C, (A) nyomásszabályzott idő vagy áramlásvezérelt mód, vagy BIPAP
  - Nagyobb beteg szabadság
  - Kontroll: légzési munka, volumen MV.

Paraméterek

- Vt: általában 8-10 ml/ttkg
  - COPD: 8 ml/kg körül vagy max. 30-35 H_2Ocm plató nyomás
  - ARDS 8 ml/kg körül vagy max. 35 H_2Ocm
- Légzésszám: általában 12-16, súlyos esetben magasabb 18-30
  - Spontán légzésszámot lassan változtassuk
- $\dot{V}_{insp}$: beteg igényeinek megfelelően
  - Paradoxia, nyomásgörbék
  - Nagy áramlás veszélyes (P_{limit}, beteg reakciók, stb.)
- I/E arány
  - Beteg légzőmozgását figyelembe véve
  - Általában 0.8-1.4 sec (felnőtt) (szedált betegnek a hosszabbat, tachypnoes obstruktív betegnek a rövidebbet)
  - be- és kilégzési időállandók arányában (T=RC)
- FiO_2 100%-ról lefele
- PEEP 4 H_2Ocm-től
  - Légzésmechanika, hallgatózás, oxigenizáció, haemodinamika
  - 15 H_2Ocm felett ritkán
- Légúti nyomások alapján korrekció

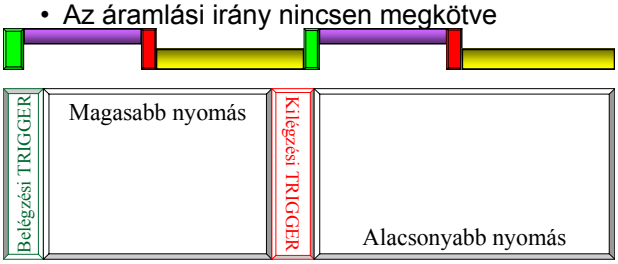
Légzési ciklus: hagyományos rendszeren

- A beteg csak a meghatározott „irányban” vehet/kap levegőt



Légzési ciklus: Demand áramlású rendszeren

- A beteg „szabadon” lélegezhet mindkét irányban bármikor!
- Az áramlási irány nincsen megkötve



Belégzési trigger

- Idő — A betegtől független; a gép méri, mi adjuk meg
- NYOMÁS
- ÁRAMLÁS
- A beteg vezérli:
  - Nyomásesés
  - Áramlásváltozás

Belégzési fázis

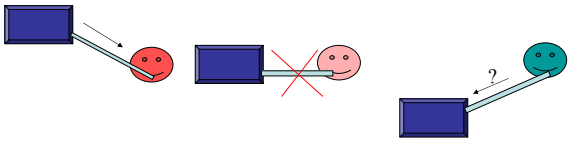
- Áramlás
  - A gép meghatározott jellegű és erősségű áramlást biztosít, ettől eltérni nem lehet
- Nyomás
  - A gép meghatározott nagyságú nyomást biztosít

Áramláskontroll

- A gép így nyomja be a levegőt
- Másképp nem lehetséges
- A légúti nyomások az ellenállások függvényében alakulnak, előre nem meghatározott (compliance, rezisztencia)
- A volument a gép kinyomja, de hogy hova megy, az nincs kontrolálva (tömítettlenség)
- A kilégző szelep mindig zárva van

Nyomáskontroll

- A gép meghatározott nyomást biztosít
- A kialakuló áramlás az a nyomáskülönbségekből adódik, így a bevitt volumen is
- Ha a beteg belégzés alatt kifelé akar lélegezni, akkor a nyomás emelkedhet, a beállított érték fölé
- A kilégzőszelep mindig zárva van

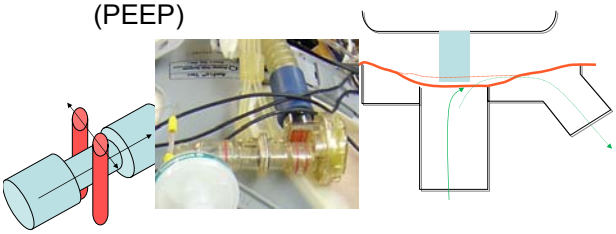


Kilégzési trigger

- IDŐ — A betegtől független; a gép méri, mi adjuk meg
- ÁRAMLÁS — Ha az áramlás lecsökken a belégzési csúcs-áramláshoz képest
- Nyomás — Ha a belégzés során a légúti nyomás eléri a beállított értéket
- Volumen — Ha a beállított volumen bement

Kilégzési fázis

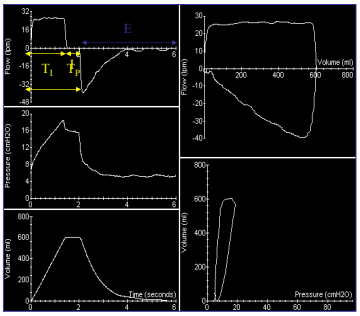
- A belégzőszelep zárva van
- A kilégzés passzív módon történik
- A kilégzésvégi nyomás beállítható (PEEP)



Alapvető formák

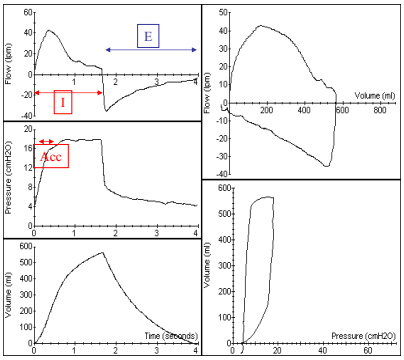
- Kontrollált
  - A belégzés ideje
  - Jellege
  - Nincs pácienstrigger
  - A belégzés gyakorisága (időtrigger)
  - A kilégzés passzív
- Asszisztkontroll
  - A belégzés ideje
  - Jellege
  - Van pácienstrigger is
  - A belégzés gyakorisága (időtrigger)
  - A kilégzés passzív
  - Ha a beteg a beállított frekvenciánál gyakrabban kezdeményez belégzést, úgy a kilégzési idő rövidül, és esetleg nem marad elég idő a teljes kilégzésre (Dinamikus hiperinfláció)
- Asszisztált
  - Csak pácienstriggerrel indul
  - Csak triggerrel vált kilégzésre (időlimit)
  - Támogatás (nyomás)

CMV



- Asszisztol/Kontroll
- Trigger:
  - IDŐ (RR)
  - Nyomás
  - Áramlás
- Kontroll:
  - Áramlás (minta, közvetlen, közvetett állítás)
- Kilégzési trigger (cycling)
  - IDŐ (RR, I/E, T_I, T_E)
  - Nyomáslimit

PCV



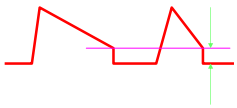
- Asszisztol/Kontroll
- Trigger:
  - IDŐ (RR)
  - Nyomás
  - Áramlás
- KontrolL:
  - Nyomás (accelerációs idő)
- Kilégzési trigger (cycling)
  - IDŐ (RR, I/E, T_I, T_E)
  - Nyomáslimit

SIMV

- Asszisztol/Kontroll
- Trigger:
  - IDŐ (RR)
  - Nyomás
  - Áramlás
- Kontroll:
  - Nyomás vagy áramlás (accelerációs idő)
- Kilégzési trigger (cycling)
  - IDŐ (RR, I/E, T_I, T_E)
  - 4 sec vagy 60/RR
  - Nyomáslimit

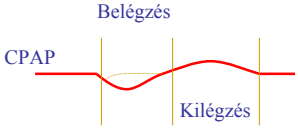
- Trigger-ablakon kívül :
  - Demand áramlás
  - PSV

PSV



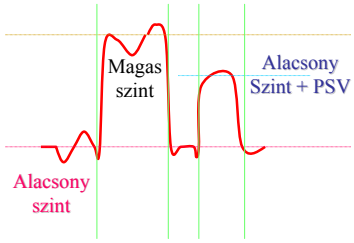
- Asszisztol
- Trigger:
  - Nyomás
  - Áramlás
- Kontroll:
  - Nyomás
- Kilégzési trigger (cycling)
  - Áramlás (ETS)
  - IDŐ (Gyárilag állított)

CPAP



- Asszisztol
- Trigger:
  - Nyomás
  - Áramlás
- Kontroll:
  - Nyomás
- Kilégzési trigger (cycling)
  - Áramlás (ETS)

BiPAP



- Asszisztol/kontroll
- Trigger:
  - Idő
  - Nyomás
  - Áramlás
- Kontroll:
  - Nyomás
- Kilégzési trigger (cycling)
  - Áramlás (ETS)
  - Idő

PEEP

- FRC nő
- V/Q
- V_D/V_T
- WOB
- Átlagnyomás
- Hemodinamika
  - CVP
  - CO
  - Szív

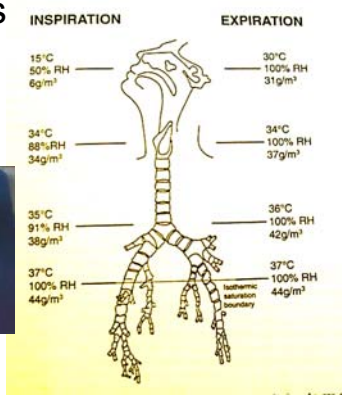
- ARF
- COPD
- Asthma bronchiale

- Auto-PEEP esetén

- Tüdőprotekció
- Alveolusok nyitva tartása

Párásítás

- Palack: 0% pára
- HME filter
  - Nem csak filter!



Aktív párásított kör

- Csak a hőmérséklet szabályozható
- Kondenzáció mindkét körben
- Relatív pára nem szabályozható

- Nem szerencsés megoldás

Passzív párásítók

- HMEF-k

- Csak rövid távú lélegeztetésnél javasolható
- Többlet párát nem visz be
- A beteg párájának nagy részét tartja csak meg
- Bakterfilter is

- Váladék gyorsan eltömeszeli

Oxigénterápia

1. Hypoventilatio esetén egyértelmű hatás

$P_AO_2 = P_IO_2 - P_ACO_2/R + F$

2. Diffúziós zavar esetén egyértelmű hatás

Fick-törvény: Vgas α (A/T)xDx(P1-P2)

A: felület, T:vastagság, D: diffúziós konstans, P: nyomások

3. V_A/Q egyenlőtlenség esetén bizonytalan hatás

V_A/Q nagy $\rightarrow$ P_aO_2-t kevéssé növeli

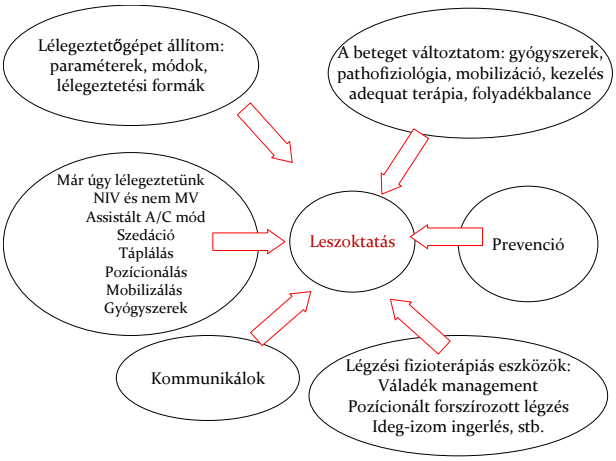
V_A/Q kicsi $\rightarrow$ P_AO_2 lassan változik

4. Shunt esetén minimális hatás

Az oxigénterápia veszélyei

1. CO_2 retentio
   - dV/dQ arány változik, holttér változik
   - Légzési drive változik
2. Atelectasia
   - Kialakulhat
   - Meg nem oldódik, progrediálhat
   - Késik a valódi terápia

(3. Oxigéntoxicitás; 4. Retrolentalis fibroplasia)



Várható problémák

Hyperkapniás elégtelenség
- COPD, emphysema, etc.
- Neuro-musculo-sceletális
  - VIDD, CIP, CIM
  - Egyéb

- MV,CO_2 retenció, pumpafunkció elégtelenség, izom-ideg-csontváz problémák
  - légzési munka, hyperinfláció
  - szinkronitás

Hypoxiás elégtelenség
- Cardiogen
- Posztoperatív
- Váladékretenció
- Surfactant károsodás
- dV/dQ zavarok

- FRC csökkenés, Hypoxia, váladékmanagement, infectio,
  - Légzési munka, FRC megtartása, váladék management, recruitment

Elégtelen lélegeztetés – Leszoktatás kudarca

- Pulmonális
  - Atelektázia
  - FRC csökkenés
  - Gázcsere
- Kardiális
  - Balszívfél-elégtelenség
  - Szimpatikotonia
- Energetikai
  - Kifáradás (gyors felületes légzés)
  - Segédizmok
  - Váladékmobilizálás
  - Auto-PEEP miatt

A problémás beteg leszoktatásának lépései

- A respirátorfüggőség okának megállapítása
- A korrigálható okok rendezése
- Leszoktatási terv készítése
- Team igénybevétele
- Psychológiai faktorok figyelembe vétele:
  - -a beteg megfelelő tájékoztatása
  - -megfelelő motíváció és bátorítás
  - -biofeedback alkalmazása
  - -a környezet stimuláló hatásának kiaknázása
  - -számítsunk a visszaesésekre
- A leszoktatás megfelelő időzítése
- Megfelelő alvás biztosítása
- A testhelyzet optimalizálása

A problémás beteg leszoktatásának lépései

- Megfelelő pulmonális kezelés:
  - respirátorbeállítás
  - endotracheális tubus mérete
  - sz.e. tracheostoma
  - bronchodilatator kezelés
  - váladék leszívása
  - a légzőizmok pihentetése, illetve tréningje
  - ágymelletti ventillátor
- Megfelelő PÁRÁSÍTÁS (aktív)
- Megfelelő táplálás
- Nyomelem és elektroliteltérések rendezése
- Sav-bázis háztartás korrekciója
- Az általános kezelés optimalizálása
- Mobilizáció megfontolása