

Ansager Dyrehospitals 50 års jubilæum

Væsketerapi til hest: nogle praksisrelevante behandlingsprincipper.

Pia Haubro Andersen, dyrlæge, professor, ph.d., dr.med.vet.
Institut for Produktionsdyr og Heste
LIFE Københavns Universitet

Væsketerapien er en af de mest effektive understøttende behandlingsformer ved en lang række sygdomme. Metoderne kræver en dyrlæges specialviden. Da de færreste dyrlæger har adgang til elektrolyt og blodgas-målinger på blodprøver, må effektive væskebehandlinger i praksis bygge på viden om de enkelte lidelsers typiske væske- og elektrolyt forstyrrelser, ligesom opfølgning på effekten af væskebehandlingen beror på dyrlægens vurdering af de kliniske symptomer på forbedring eller forværring.

Etableringen af en effektiv væsketerapi i hestepraksis kræver derfor først og fremmest et godt kendskab til patogenesen og klinikken ved de sygdomme, man ønsker at behandle. Dernæst er det vigtigt at have et relevant udvalg af væsker ved hånden. De skal være holdbare og helst ikke fylde hele bilen. Endelig skal det være økonomisk realistisk for både klient og dyrlæge, når disse behandlingsprincipper anvendes.

Dette indlæg tager derfor sigte på de forhold inden for væskebehandling, der er praktisk anvendelige for dyrlæger. Og som konsekvens heraf: hvornår er behandling ikke mulig i praksis, og hvornår bør patienten henvises til hospital.

Dagens program:

1. Væskerummenes fysiologi og patofysiologi.
2. Typer af væsketab og principper for korrektion.
 - A. Tab af vand eller hypotonisk væske.
 - B. Tab af iso-osmotisk væske.
 - C. Tab af fuldblodplasma.
3. Klinisk vurdering af væskestatus.
4. Praktiske strategier for vurdering af:
 - HVORNÅR skal væsketerapi indledes?
 - HVILKE slags væske(r) er indicerede?
 - HVORMEGET væske er nødvendigt?
 - HVORDAN skal væsken gives?
 - HVOR HURTIGT må væsken indgives?
 - HVORDAN evalueres effekten af terapien?
 - HVORNÅR bør hesten henvises til hospital?
5. Sammenfatning.

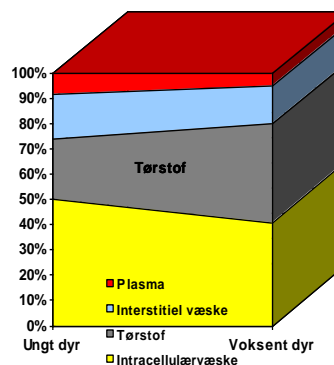
Der gennemgås endvidere en række cases.

1. VÆSKERUMMENES FYSIOLOGI OG PATOFYSIOLOGI.

Hos voksne dyr udgør legemsvæskerne ca. 60 % og tørstoffet ca. 40 % af kropsvægten. Hos nyfødte og juvenile er det op til 80 % af kropsvægten, der udgøres af vand. Føls væskebalance er derfor langt mere følsom end voksne hestes. For en voksen hest på 500 kg udgør det totale vandindhold ca. 300L.

Kroppens vand er fordelt på tre fysiologisk principielt forskellige væskerum. Den store adskillelse finder sted mellem *intra-* og

*ekstra-*cellulærrummet. Ekstracellulærrummet indeholder yderligere to funktionelt veldefinerede væskerum: *interstitielrummet*, som udgøres af den væske, der ligger mellem cellerne, og endelig *plasmarrummet* som findes i blodkarrene. Endelig kan den såkaldte transcellulære væske (fx ledvæske) defineres som et væskerum, men da dette væskerum er vanskeligt at påvirke ved væskebehandling, er det ikke medtaget her. Som en tommelfingerregel er det intracellulære væskerum ca. dobbelt så stort som det ekstracellulære væskerum, dvs. for den voksne hest udgør ekstracellulær rummet ca. 100 L, og intracellulærrummet ca. 200 L. Elektrolytsammensætningen er karakteristisk for de enkelte væskerum. Den dominerende ion i det ekstracellulære væskerum er Na^+ , hvorimod den dominerende ion intracellulært er K^+ . Plasmarrummet er ydermere karakteriseret ved at indeholde proteiner, der ikke kan diffundere til det ekstracellulære rum.



Forståelse af de kræfter, der regulerer transporten af vand og elektrolytter mellem disse tre "væskerum" danner den teoretiske baggrund for opbygning af væsketerapien. Adskillelsen mellem væskerummene udgøres af henholdsvis **cellens membran**, og af **kapillærmembranen**, og der er disses egenskaber, der opretholder de funktionelle væskerum.

Cellemembranen.

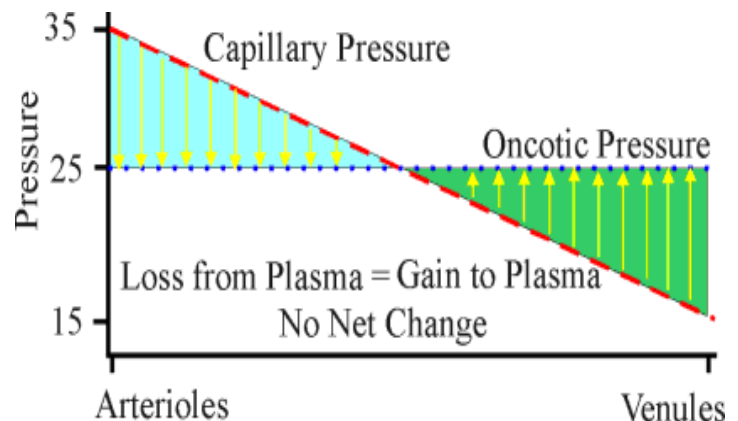
Intracellulærvæsken er adskilt fra interstitiælvæsken af cellemembranen, som er frit permeabel for vand. Der findes ingen "vandpumper", kun **elektrolytpumper**. Det betyder, at skal vand transporteres over membranen, skal der foreligge en forskel i osmolaritet på de to sider af membranen. Findes samme osmotiske tryk på begge sider af cellemembranen, vil der **ikke** ske en transport af vand over membranen. Det er primært Na^+/K^+ pumpen, der pumper Na^+ ud af cellen og K^+ ind i cellen, via energikrævende processer.

Kapillærmembranen.

Interstitiælvæsken og plasma er adskilt af kapillærmembranen. Kapillærmembranen har porer, der kun tillader vand og ioner at passere frit via **diffusion**. Større molekyler, som albumin og andre proteiner, passerer ikke under normale forhold. Eventuelle koncentrationsforskelle mellem plasma og interstitiælvæske vil hurtigt udlignes af **diffusion**. Det kolloid-osmotiske tryk udøves af molekyler med en så **stor størrelse**, at de ikke kan passere kapillærmembranen. Det kolloid-osmotiske eller

onkotiske tryk opretholdes således af plasmaproteinerne, primært af albumin.

Væske transporten mellem kapillær og interstitielrum sker ved at der foregår et netto udløb af vand i starten af kapillæret og et netto indløb af vand i slutningen af karret. Denne væsecirkulation drives af hhv. det *kolloid-osmotiske (onkotiske)* og det *hydrostatiske tryk*. Disse kræfter virker ud fra de såkaldte **Starlings principper**, som beskriver, hvordan det høje arterielle tryk (ca. 35 mm Hg), i den arterielle ende af karret, bevirker diffusion af vand fra kapillæret til det ekstra-vaskulære interstielle rum. I slutningen af karret (den venøse ende), der har lavt tryk (ca. 15 mm Hg), trækkes vand tilbage via plasmas højere kolloid-osmotiske tryk. Herved opretholdes en **væsecirkulation**, som vist på figuren. Er det kolloid-osmotiske tryk i kapillæret det samme som det osmotiske tryk i interstitiellvæsken uden for, sker der ingen cirkulation. Dette kan ske, hvis kapillærets membraner er blevet **utætte**, fx som følge af iltmangel ved shock tilstande.



2. Typer af væsketab og principper for korrektion

Væsketab kan karakteriseres 1) via deres indvirkning på væskerummenes fysiologi, det vil sige via det tabtes **indhold af elektrolytter og/eller proteiner**, samt 2) via det tabte **volumen** - dvs. hvor meget væske er tabt, mistet eller ikke indtaget. Begge forhold har betydning for væskeplanen.

Man kan derfor med fordel inddele de forskellige væsketab ud fra deres **karakteristika** i forhold til væskerumsfysiologien. De tre mest almindelige typer væsketab er:

- A. Tab af vand eller hypotonisk væske - "mere vand end elektrolyt".
- B. Tab af iso-osmotisk væske - "vand og elektrolyt sammen".
- C. Tab af plasma eller fuldblod - "tab af kolloider".

I klinikken er væsketabene ofte kombinerede. Fx vil en hæmorrhagisk diarré føre til tab af blod, iso-osmotisk kropsvæske og på gr. af forstyrret almenbefindende desuden nedsat væskeoptagelse. Da de indbyrdes forhold er vanskelige at beregne må man ud fra anamnesen, patientens kliniske symptomer og respons på terapi, hver gang vurdere den korrekte væske og elektrolytterapi.

I meget sjældne tilfælde kan hesten tabe hyper-osmotisk væske, fx ved visse typer sekretorisk diarré, som fx salmonella. Denne type er ikke medtaget her. Her er heller ikke medtaget specifikke elektrolyttab, som forekommer ved nyrelidelser.

A. **Tab af vand eller hypotonisk væske.**

Det rene vandtab ses sjældent, oftere er der tale om tab af hypotonisk væske. Oftere skyldes vandmangel nedsat eller ophørt tilførsel af drikkevand.

Eksempler på tab af vand:

tørst (manglende indtag af vand fx frossen vandkop, brækket kæbe, smerte i mundhule, spiserør).

perspiratio insensibilis (usynlig fordampning) med udånding i varm tør luft.

Eksempler på hypotoniske tab - "tab af mest vand":

polyuri fx diabetes, sjældent hos hest

Ved vandtab eller hypotone tab ses en opkoncentrering af elektrolytter, specielt natrium, i plasma og interstitielvæsken. Den øgede osmolalitet vil nu **trække vand ud fra cellerne**. Vandtabet vil derfor over tid fordeles på **alle tre væskerum**. Hesten vil kunne tåle at tabe 20-25% af vandfasen, svarende til 10-15% af legemsvægten, før kliniske tegn på hypovolæmi sætter ind. Det vil sige at en netop klinisk erkendelig dehydrering hos fx en hest, hvor vandkoppen har itu, kan andrage en størrelse på **50 – 75 L**.

De primære kliniske tegn på vandmangel er cerebrale forstyrrelser. Der ses depression, uro og forstyrret almenbefindende. **Hudturgor** giver et rimeligt skøn over dehydreringsgraden, men forbehold skal tages, hvor dyret er **kakektisk** (hesten kan have uelastisk hud selv i normal hydreringsstatus) eller **fede** (hesten beholder hudelasticiteten selv om dyret er dehydreret). Derimod giver hæmatokritværdien ofte misvisende lave værdier, idet de røde blodlegemer jo er skrumpet tilsvarende. Plasmakoncentrationen giver et bedre skøn over dehydreringsgraden. Normal plasmaprotein værdier: Refraktometrisk bestemte plasmaprotein værdier i g/l plasma for hest er 64 - 78 [70] g/L.

Principper for behandling af hypotoniske tab:

Da hypotone tab normalt vil dækkes ved at dyret drikker, bør patienten, hvis der ikke er kontraindikationer herfor, drikke selv, og tilbydes væske som kuldslået vand, evt i kombination med en elektrolytopløsning. Det kan være nødvendigt at indgive en del af den beregnede væske og elektrolyt opløsning med sonde eller lignende, da der ikke altid ses tørst hos disse patienter.

Er der indikation for intravenøs væsk terapi, vil man give 60-80 % af det beregnede væskevolumen som isoton glucose, resten som en balanceret fysiologisk saltopløsning, fx Ringers. Ved hypotonisk dehydrering er der brug for at erstatte forholdsvis store væskemængder, fra 5-12 % af legemsvægten. Desuden skal rehydreringen foregå langsomt, idet der skal ske en langsom udligning af det osmotiske tryk fra kar til interstielt rum og videre til det intracellulære rum. Som tommelfingerregel skal rehydreringen ske over samme tidsrum som dehydreringen.

Isotonisk glucose opløsning

Rent vand kan ikke tilføres intravenøst, idet erythrocytter og andre celler vil sprænges/lyse. I tilfælde af ægte vandmangel må vand derfor tilføres i form af isoton glucoseopløsning. Glucose vil ved hjælp af insulin transporteres ind i cellerne og metaboliseres og organismen er tilført vand.

Dette vand vil fortynde det ekstracellulære væskerum og det osmotiske tryk i cellerne vil herefter trække vand ind i cellerne. Glucose fordeles altså over hele organismens væskefase som vand.

Udskillelsen af en evt. overflødig vandmængde er hurtig, såfremt organismen ikke er dehydreret. Ved normal nyrefunktion vil vandoverskuddet være udskilt i løbet af 1-2 timer.

B. Tab af iso-osmotisk væske.

Det iso-osmotiske væsketab er langt det hyppigste. Iso-osmotiske væsketab skyldes oftest tab af væske fra mave-tarmkanalen, fx i form af diarré, sekvestring af vævsvæske til tarmlumen eller hyppige ventrikelskylninger. Iso-osmotiske væsketab vil ikke ændre osmolaliteten i plasma og interstitiellvæske, og der vil derfor kun tabes væske fra disse væskerum, og altså ikke fra intracellulærvæsken. Iso-osmotiske væsketab vil derfor hurtigere end hypo-osmotiske væsketab føre til **hypovolæmi**, som ses når tabet andrager 20-25 % af ekstracellulærvæsken - svarende til 4-5 % af legemsvægten.

Eksempler på isotone væsketab:

Shock (væsken ligger i kapillærgebet, og kommer ikke tilbage til kredsløbet)

Tarmslyng (væsken ligger i væskefyldte afsnørede tarmafsnit)

Multiple ventrikeltømninger.

Diarré fx hos føl, eller colitis hos voksne heste.

De primære kliniske symptomer på isotont væsketab er **kredsløbspåvirkning, førende til hypovolæmisk shock**. Hæmatokritten (PCV) stiger proportionalt med størrelsen af tabet og et groft skøn over det manglende volumen kan fås fra nedenstående beregning:

Væsketab, isotont i L = (normal PCV/aktuel PCV) x 0,3 x kropsvægt),

idet 0,3x kropsvægt er lig det ekstracellulære væskerums størrelse. Plasmaprotein vil ofte, men **ikke altid** være forhøjet. Formlen skal tages med et gran salt, idet der er vide grænser for normal PCV. Ved visse typer diarré, fx colitis, tabes også inde diarréen er debuteret, store mængder plasmaprotein til tarmlumen.

Principper for behandling af isotone væsketab:

Diarré og sekvestrede væsker erstattes bedst med isotoniske væsker, der nogenlunde har samme elektrolytindhold som det mistede. I princippet er der tale om isotoniske saltvandsopløsninger evt. tilsat lidt kalium, calcium og evt. glucose, Ringers væsker er balancerede polyioniske isotoniske væsker, der ligner vævsvæskerne i elektrolyt sammensætning. Ved ventrikeltømninger tabes også store mængder brint- og klorid-ioner (som mavesyre), disse tab erstattes bedst med opløsninger indeholdende forholdsvis mange klorid-ioner eller blot med **rigeligt isoton NaCl infusionsvæske**.

Isotoniske væsker

Isotonisk NaCl (0,9%) og de beslægtede væsker; Ringer-klorid, Ringer-acetat og Ringer-laktat har samme fordelingsrum i organismen og omtales derfor samlet. Isoton NaCl vil fordele sig over hele ekstracellulærfasen og vil ikke ændre toniciteten af interstitiellvæsken.

Tilført isoton NaCl vil øge plasmavolumen med ca. 260 mL for hver liter tilført, idet plasma kun udgør 20-25 % af interstitiellvæsken. Udskillelsen sker renalt. Ved normal nyrefunktion er væsken udskilt på 12-48 timer. Da ekstracellulærvæsken indeholder ca. 24 mmol bikarbonat/l, vil tilførsel af væsker, der **ikke indeholder bikarbonat** eller stoffer, der omdannes til bikarbonat (acetat, laktat), teoretisk fortynde ekstracellulærvæskens indhold af bikarbonat. Dette forhold begrundes valget af isoton NaCl eller Ringer-klorid ved tilstande, hvor der er mistanke om alkalose, og Ringer-acetat og Ringer-laktat ved tilstande, hvor anamnesen tyder på udvikling af acidose.

Acetat metaboliseres i muskelvæv og i leveren til bikarbonat, mens laktat hovedsagelig omsættes i leveren. Hos hypovolæmiske patienter er den perifere vævsperfusion ofte nedsat, med ophobning af endogent laktat til følge. Det er u hensigtsmæssigt at tilføre yderligere laktat under disse forhold, hvor laktatomsætningen er nedsat. Ved pH mindre end 7,1 (uhyre sjældent) sker der et stort fald i leverens laktatomsætning, hvorimod acetatomsætningen er mindre påvirkelig af acidose. Ringer-acetat bør således erstatte Ringer-laktat. Isotonisk NaCl finder dog udmærket anvendelse initialt, hvis man ikke har adgang til de dyrere Ringer opløsninger.

Indhold af ioner i nogle almindelige elektrolytpræparater

Produkt	Na+	K+	Ca++	Cl-	Buffer Meq/l	Tonicitet	Anvendelse
Ringers Acetat	130	4	3	130	30	isotonisk	Volumeneksponation, obs acidose
Ringers klorid	147	4	5	156	-	isotonisk	Volumeneksponation, obs alkalose
0.9 % NaCl	154	-	-	154	-	isotonisk	Volumeneksponation
7.5 % NaCl	856	-	-	856	-	hyperton	Volumeneksponation, efterfølges af isoton væske.

Hypertonisk væsketerapi.

Det er muligt at korrigere en hypovolæmisk tilstand ved hurtig infusion af stærkt hypertoniske saltvandsopløsninger. Hypertonisk væske (fx 7 % NaCl) vil hurtigt øge det osmotiske tryk i kargebetet og derved trækkes væske ud fra cellerne i stort omfang. Herved "lånes" store mængder vand fra hesten selv. Hypertonisk væskebehandling skal derfor altid følges op enten af peroralt (frivilligt) væskeindtag, eller IV infusion af isotone opløsninger.

Herudover har den hypertoniske væske demonstreret visse gavnlige effekter på kredsløbet, som endnu ikke er fuldt belyst. Den pulmonale-vagale reflex er af stor betydning for den positive effekt på kredsløbet, og derudover menes det at "utætte" kapillærer kan tætnes og at infusionen kan påvirke de ellers aggressive neutrofile leukocytter med en antiinflammatorisk effekt.

Ved indgift af 4-5 mL/kg hypertonisk (7 %) NaCl fås en plasmavolumeneksponation på 20 mL/kg.

Hypertonisk væsketerapi er et acceptabelt alternativ til isotonisk væsketerapi ved hæmorrhagisk,

septisk og endotoksisk shock. En af de umiddelbare fordele ved hyperton væsketerapi er det lille væskevolumen, der skal administreres og hastigheden hvormed det bør administreres, for eksempel 7,5 % NaCl max dosis 4 mL/kg indgivet over 15 minutter, i princippet så hurtigt det vil løbe.

Kontraindikationer til hypertonisk væsketerapi ved isotonisk hypovolæmi er **hypokaliæmi** (der ses en yderlig fortynding af kaliumindholdet i plasmafase), en relativ kontraindikation er risiko for fornyet blødning ved traumapatienter, fx uterin arterie blødninger, på grund af det hurtigt øgede blodtryk).

Anvendelse af kolloider.

Har det isotone væsketab givet anledning til **shock**, kan det være indiceret **også** at behandle med plasmaekspanderende væsker, det vil sige væsker, som indeholder molekyler, der større end de utætheder, shocket har bevirket i kapillærgebetet, og som forhindrer et onkotisk tryk i kapillærgebetet. Blodtransfusion eller plasmatransfusion er principielt set ideelt, men veterinært bør man nøjes med kunstige plasmaekspanders (Voluven eller andre kolloider) i kombination med den ovennævnte isotoniske væske.

C. Tab af fuldblod/plasma.

Medens blodtab er hyppigt forekommende i forbindelse med traumer og fødsler, er plasmatab sjældnere, men ses dog af og til i forbindelse med udsivning gennem destruerede kapillærer, fx via brandsår og andre store sårflader. Det eksterne blodtab vil ofte være observerbart og muligt at anslå omfanget af, hvorimod interne blødninger (frakturer, beskadigelser af de parenchymatøse organer, hæmoperitoneum, hæmatomer o.s.v) er sværere at erkende klinisk.

Eksempler på blod/plasmatab

Ruptur af a. uterina

Blødning efter kastration

Udviklet shock (blodet "tabes" i de dilaterede kar og plasma siver ud gennem utætte kapillærer).

Colitis (udsivning af plasmaproteiner i tarm)

Ved blod/plasmatab ændres hverken osmolaliteten eller det kolloid-osmotiske tryk, hvorfor der ikke kompensatorisk kan hentes væske fra intracellulærvæsken, men kun lidt fra interstitiælvæsken, når det hydrostatiske kapillærtryk falder.

De primære kliniske tegn er derfor meget hurtigt udviklede symptomer på kredsløbspåvirkning. Hypovolæmiske symptomer ses efter tab af 20-25 % af blod/plasmamængden svarende til 1,5-2 % af kropsvægten. **Hæmatokritten vil ikke ændres akut ved blødning**, da der også tabes erythrocytter og blodet først "fortyndes" senere i forløbet. Ligeledes vil **plasmaprotein niveauet ikke ændres væsentligt** i det akutte stadie. Derimod er blege slimhinder en god indikator for tabets omfang.

Principper for behandling af blod/plasma tab.

Plasma tab kan erstattes med isoton NaCl infusionsvæske i 3-4 gange større mængder end

blodtabet. Effekten er dog kun kortvarig. Mere effektiv er **samtidig indgift** af plasma eller kunstige kolloider, som fx Voluven, der øger det intravaskulære kolloid-osmotiske tryk, og derved holder det infunderede væske inde i karrene. Hypertonisk væskebehandling kan anvendes med fordel, og gerne i kombination med syntetiske kolloider og isotoniske væsker.

Blodtransfusion.

Blodtransfusion er hos hesten ikke uproblematisk. Humant anvendes ofte blodtransfusion og/eller blodkomponent-terapi, men variationen i hesten mange blodtyper og de udgifter, der er forbundet med at oprette og administrere en velfungerende blodbank, gør at veterinære blodbanker ikke findes i Danmark. Veterinært benyttes blodtransfusion sjældent, plasmatrasfusion lidt hyppigere. Der er dog en del praktiske problemer der gør blod- og plasmatrasfusioner vanskelige i praksis.

Hos hest er der beskrevet 8 systemer, opdelt i 30 faktorer. Hvis man tager højde for variationen i blodproteiner, er der anslået ca. 400.000 blodtyper hos hest. De klinisk mest betydningsfulde systemer er A og Q, som tilsammen er ansvarlig for majoriteten af de neonatale iso-erythrolyser. Det er derfor nødvendigt at fravælge donorer med disse to systemer, og det kan være svært, da fuldblod og arabere har en meget høj prævalens af system A. I praksis betyder det, at blodtransfusion ikke bør bruges til avlshopper. Travheste kan ofte være egnede donorer.

En simpel forlideligheds test foretages ved at man hurtigt infunderer ca. 100 mL donorblod og afventer evt. reaktioner i form af anafylaksi eller urticarier. Udebliver disse reaktioner, fortsætter man infusionen.

Plasma kan holde sig i ca. 3 måneder ved -18 grader C og op til et år ved lavere temperatur. Holdbarheden af plasma, kombineret med lavere antigenicitet, er grunden til hyppigere anvendelse af plasma end fuldblod. De store arbejdsmæssige og økonomiske omkostninger, gør dog at kunstige plasmasubstitutter foretrækkes i veterinær praksis.

Kunstige plasmasubstitutter – kolloider.

Plasmasubstitutter, der er anvendelige veterinært, omfatter Voluven, Hetastarch m.fl. Disse er som regel fremstillet af syntetiske polysaccharider og stivelse, med store molekylvægte. De forbliver intravaskulært grundet deres størrelse, hvilket bidrager til reabsorptionen af væske. Det interstitielle ødem mindskes og mikrocirkulationen bedres.

Kolloider er langt mindre anafylaksi udløsende end fx plasma fra andre heste, endsige blodtransfusion. Anvendelse af humant albumin har fundet en vis anvendelse i USA, men ikke i DK. Kontraindikationer er heste med nyre lidelser, idet de fleste kolloider udskilles uomdannede i nyrerne. Effekten varer ca. 24 timer, afhængig af kolloidets molekylestørrelse. En typisk dosering vil være 10 – 20 mL pr kg, suppleret med det beregnede volumen isotonisk væske.

3. Klinisk vurdering af væsketabets størrelse.

Nedenstående velkendte tabel udgør en grundpille i vurderingen af et væsketabs størrelse, men virker faktisk kun såfremt der er tale om isotoniske tab. Ved tab af rent vand eller fuldblod ses ikke

altid disse sammenhænge. Vurdering af slimhindens farve og fugtighed, venefyldning, og perifer hudtemperatur, mule og ører, er mindst ligeså vigtige parametre.

Den helt ideelle vurdering af hydreringsstatus fås ved daglig vejning af hesten/føllet, noget som kun er aktuelt i på intensiv afdelingerne på vore dyrehospitaler.

Semisubjektiv vurdering af en hests væskestatus

Tab i % af kropsvægt	Grad af ind-sunkne øjne	Hudfold per-sisterer (brug øjenlåg)	Manglende volumen, hvis tabet er isotonisk (L per hest)	Manglende volumen (L per føl)	Estimeret acidose (føl) SBE mmol/L
5	-	-	25	2.5	- 5
7	+	2 - 4 sek.	35	3.5	- 10
9	+++	6 - 10 sek.	45	4.5	- 15
12	++++	> 20 sek.	60	6	- 20

Som nævnt i forrige afsnit, kan væsketabet ved et hypotonisk tab være langt større og shock udviklet relativt langsomt i forløbet, og modsat kan tab af relativt få L blod inducere et alvorligt og hurtigt udviklet shock.

I praksislaboratoriet kan opnås mere præcise og objektive mål for "dehydreringsgraden" ved at måle hæmatokrit og protein-indhold i plasma (h.h.v. hæmatokrit-centrifuge og refraktometri).

Resultaterne kan dog være behæftede med fejl, som klinikerens må gennemskue:

Hæmatokrit, PCV: Den normale hæmatokrit-værdi varierer en del hos hest. En del tilstande med tab eller mangel på erythrocytter, som anæmi eller store blodtab, bevirker en relativ for lille hæmatokrit-værdi. Det kan dreje sig om kroniske infektion med undertrykt hæmopoese. os hest kan ses endog meget høje hæmatokritværdier (på op til 60) såfremt milten momentant, fx i forbindelse med stress, tømmer sine erythrocytreserver. Det er derfor vigtigt at sammenholde slimhindernes udseende med laboratoriefundene. Slimhinderne på en dehydreret hest virker tørre, klæbrige.

Hverken **akut blodtab** eller **vandmangel** giver initialt ændret hæmatokrit.

Plasma-proteinværdien er kun realistisk, hvis der ikke samtidig er et netto-tab (diarre, sult) eller -stigning (infektion) i proteintilførselen.

De første kliniske symptomer på væsketab ses ved tab af			For en 500 kg hest:
Vand eller hypotoniske væsker	20-25 % af vandfasen	10-15 % af kropsvægten	50 – 75 L vand
Isotonisk væske	20-25 % af ekstracellulærvæskefasen	4 - 5 % af kropsvægten	20 – 25 L isotonisk væske
Blod/plasma	20-25 % af blodvolumen	1,5-2 % af kropsvægten	7,5 - 10 L blod

I princippet erstattes et væsketab med samme type væske som det tabte, ud fra vurdering af tonicitet og volumen.

4. Praktiske strategier

Formålet med væske og elektrolytterapi er at:

1. korrigere **over- eller underskud** af væske og elektrolytter,
2. erstatte **normale** væske- og behov,
3. erstatte løbende **abnorme væske – og elektrolyttab**,
4. evt tilføre **næring**.

En praktisk strategi kan derfor starte med følgende overvejelser:

1. Prioritet: **volumen**.

- Hvilken grad af dehydrering er der tale om, hvilket **volumen** mangler?
- Er der tegn på **shock**?
- Hvad er dyrets normale behov til dagligt vedligehold ?
- Er der fortsatte **abnorme** væske og elektrolyttab?

2. Prioritet: **elektrolytter**.

- Hvilken slags væske er tabt?
 - vand eller hypotone væsker?
 - Iso-osmotisk væske?
 - Blod eller plasma tab?

3. Prioritet: **eventuelle syre-base forhold**.

- Er der indici for alvorlige syre-base forstyrrelser
 - Laktat-acidose (shock)
 - Alkalose sfa af kloridmangel (sved, hyppig ventrikeltømning)

4. Prioritet: **forhold omkring energitilførsel**.

- mangler dyret ernæring?
 - Kun føl < 30 dage bør rutinemæssigt tilføres glucose.

1. Beregning af volumen.

Beregning af volumen sker ud fra et estimat af det samlede volumen underskud. Hertil skal lægges det daglige behov for væske og elektrolytter, samt et estimat for eventuelle fortsatte tab.

Eksempel:

En plag på 300 kg med diarre har hudfold persisterende i 4 sekunder, dårlig venefyldning og klæbrige slimhinder. Den vurderes til at være 7 % dehydreret ud fra tabellen.

Dette svarer til 21 L volumen, af sandsynlig isotonisk karakter.

Plagen har stadig diarre, og det anslås at den mister 1 L væske yderligere i timen.

Det daglige vedligehold: Der kan som tommelfingerregel regnes med et væskebehov hos heste på ca. 50-65 mL / kg / døgn. Føl har endnu ikke fuldt udviklet nyrekapacitet og skal have tilført ca. 130 mL /kg / døgn.

Lægges der en plan for rehydrering, der skal løbe over de næste 12 timer, skal plagen altså have tilført

Beregnet volumen deficit:	21 L
12 timers fortsat tab:	12 L
12 timers dagligt behov:	7,5 L
I alt:	40,5 L

Da tabet skønnes at være isotonisk, kan rehydreringen ske med **isotoniske væsker**. Jo mere balancerede væskerne er (dvs. jo flere af de "små" ioner, K⁺ Ca⁺⁺ Mg⁺⁺, de indeholder) jo mindre er sandsynligheden for at der skabes ny elektrolytforstyrrelser ved selve opvæskningen. Det betyder: **isotonisk saltvand er godt som første valg**, og giver en effektiv volumenekspansion. De dyrere Ringer opløsninger er mere balancerede, og derfor bedre egnede til langtidsvæskebehandling.

Nu melder der sig nogle praktiske spørgsmål:

- A. HVORDAN kan væsken gives?
- B. HVOR HURTIGT må væsken indgives?
- C. Hvad med SYRE-BASE forskydningerne?
- D. HVORDAN evalueres terapien i forløbet?

A. HVORDAN KAN VÆSKEN GIVES?

De muligheder der foreligger i hestepraksis er oral, per rectum, intravenøs, intraperitonealt og (intraosseøs) administration af hele eller dele af væskemængden.

Oral indgift

Den orale administrationsform er den nemmeste, billigste og mest fysiologiske måde, at give væske og elektrolytter på. Vand tilsat elektrolytkoncentrat til isotonicitet eller let hypertonicitet drikkes i de fleste tilfælde af trængende patienter, og såfremt absorptionen i mavetarmkanalen er intakt, kan man på denne måde holde patienter velhydrerede selv ved endog voldsomme diarréer. Nyere undersøgelser har vist at oral rehydrering til heste med flexura pelvina forstoppelse er et glimrende alternativ til intravenøs opvæskning.

Rektal indgift

Rektal indgift er en god applikationsform til føl og dyr med forstoppelser. Vand, Na⁺, K⁺ og Cl⁻ optages godt af normal rectum og colon descendens. Det kan være lidt vanskeligt at få hesten til at beholde den indgivne væskemængde da der ofte ses defækationstrang og dermed udtømming af en del af væsken, men da kravene til væskens sterilitet og præcise sammensætning er små, kan man tillade sig at anvende mere end nødvendigt. Det siger sig selv, at den rektale applikationsform ikke er anvendelig ved diarré, hvor den bageste del af tarmsystemets absorptive evne belastes til det yderste.

Intravenøs infusion

Den intravenøse infusion er den mest alsidige. Selvom væsken indgives i et enkelt væskerum (plasmarrummet) kan man, ved at bruge viden om hvordan væske flyttes fra rum til rum, tilføre alle tre væskerum væske. Voldsomme væskeforstyrrelser vil kun kunne rettes op ved hurtig IV indgift. Toxiciteten af de forskellige intravenøse opløsninger er mere afhængig af infusionshastigheden end af mængde og sammensætning.

Problemer, der kan være associeret med intravenøs adgang, er: aseptik og vedligeholdelse af aseptik i forbindelse med ilagte katetre, infektion og trombedannelse i og omkring karret, samt hæmatomdannelse.

Intraperitoneal injektionsteknik

Intraperitoneal infusion er en hurtig metode, meget store volumener kan infunderes på en gang næsten uden bivirkninger. Metoden medfører dog altid en risiko for perforation af et abdominal organ og kan ved mangel på aseptik forårsage peritonitis. Der ses en god optagelse af vand og elektrolytter fra peritoneum, selv plasma og for en stor dels vedkommende erythrocytter kan optages. Det foretrukne injektionssted er lige caudalt for en tænkt midtlinie mellem proc. xiphoides og pecten ossis pubis, og lidt til siden for midtlinien. Med anvendelse af en veneslebet kanylen og med indstikstedet aseptisk præpareret stikkes igennem bugvæggen med en vinkel på ca. 45 grader. På denne måde ligger perforationerne i h.h.v. hud, fascie og muskulatur forskudt i forhold til hinanden, og det hindrer væsken i at løbe ud, når kanylen fjernes.

Intraosseøs adgang

På stærkt shockerede føøl kan det, selv efter kirurgisk frilæggelse af venen, være særdeles vanskeligt at anlægge en intravenøs adgang. I disse tilfælde kan man anvende intraosseøs væskeinfusion. Denne metode er den mest krævende at etablere, der anbefales anvendt en speciel kanyler (fx Cook Intraosseous Catheter), men almindelige kanyler kan dog bruges. Denne adgang kan anvendes til de samme væsker, som den intravenøse. En af ulemperne er dog den ret lave infusions hastighed. Der kan ikke infunderes mere end 11 mL/min per injektionssted (24 mL/min med 300 mm Hg tryk) så det kan være nødvendigt at kanylere flere knogler (kun én knogle per kateter). Hyppigst anvendte injektionssted er medialsiden af proximale tibia men andre knogler kan anvendes.

Føøl, der kun vanskeligt kan kateteriseres, bør hospitaleres.

B. HVOR HURTIGT MÅ VÆSKEN GIVES?

Som hovedregel kan væsken løbe ind, lige så hurtigt "som det løb ud". Det vil sige hypotone tab erstattes langsomt, isotone tab kan erstattes moderat hurtigt, og blod tab kan erstattes meget hurtigt.

Herunder findes et antal tommelfingerregler:

- Isotonisk NaCl og Ringer-opløsninger: Normal infusionshastighed er 0,25-0,5 mL / kg / min.
 - Ved truende shock gives op til 1-2 mL/kg/min initialt indtil blodtryk og vævsperfusion er genoprettet, vurderet ved puls, slimhindernes farve og fugtighed og perifer varme.
- Glucose indgives ikke hurtigere end 0,5 g/ kg /time, idet dette vil resulterer i blod-glucoseniveau over nyrens tærskelværdi og vil derved medføre glucosuri og osmotisk øgning af diuresen.
- Voluven og andre kunstige plasma ekspandere: 10 – 20 mL pr time og i alt pr døgn.
- *K⁺ holdige væsker: max 0,5 mmol / kg / time og bikarbonat-holdige væsker: max 1 mmol / kg / 10 minutter skal infunderes med stor varsomhed, og bedst under kontrollerede hospitalsforhold.*

Almindeligt anvendte dropsæt giver følgende væskemængder ved en niveauforskel på 1 m fra væskeoverflade til indløbssted, og med isoton NaCl (ca. 18 dråber / mL, Carsten Grøndahl).

Intraflon blå	12 G	80 mm	170-180 mL/min
Intraflon grøn	14 G	80 mm	132-138 mL/min
Intraflon hvid	16 G	60 mm	109-113 mL/min
Intranüle klar	14 G	110 mm	132-138 mL/min

Større flow kan opnås ved at anvende flere IV sæt samtidig, eller ved at sætte væsken under tryk. En blodtryksmanchet omkring en infusionspose og pumpet op til 200-300 mm Hg vil øge flowet betragteligt. Er det muligt at anlægge et større kateter vil flowet vokse stærkt. En fordobling af lumens diameter øger indløbshastigheden 16 gange.

Infusionshastigheder.

Med et infusionsæt, hvor dråbestørrelsen er **20 dråber til 1 mL**, fås følgende infusionshastigheder i dråber:

	Normal infusions-hastighed dråber/kg/min	Manifest shock infusions-hastighed dråber/kg/min	Bemærkninger
Isotoniske NaCl opløsning og alle Ringers balancerede opløsninger	5 - 10	20 - 40	
Glucose holdige væsker, generelt			Maksimal dosis svarende til 500 mg glucose pr kg pr time
Voluven og andre kolloider.		10	Maksimalt 20 mL/kg/døgn. Obs anafylaksi.

En hest på 500 kg kan derfor under normale omstændigheder, væskes op via en 12 G kanyle, der løber med fuld hastighed uden at maksimal tilførslen overskrides. Er tilstanden truende, og der er brug for op til 2 mL pr kg legemsvægt/min til blodtryk og kredsløb er nogenlunde oppe igen, så må hesten udstyres med mindst fire 12 G kanyler. Et "moribund" 70 kg føl, der behøver 2 mL/kg/min initialt kan klare opvækning med en 14 G kanyle, der løber med fuld hastighed. Er føllet ikke livstruende shockeret, må der tælles dråber eller anvendes en 18 G Venflon.

Tegn på overhydrering:

Som ovenfor nævnt kan det i praksis ikke lade sig gøre at overhydrere en 500 kg's hest ved intravenøs indgift. Føl udviser som første tegn rallelyde og næseflåd. Progredierer tilstanden, ender man op med et regulært lungeødem og skum ud af næsen. Så snart føllet urinerer, kan man derfor med fordel forlade den intravenøse administrationsrute og anvende f.eks. subcutan eller oral rehydrering.

C. Hvad med syre-base forskydningerne?

I de fleste tilfælde af væske- og elektrolytforstyrrelse vil der opstå lette til moderate forskydninger af syre-basebalancen. Fx ses acidose hyppigt ved diarré og alkalose ved ventrikelskylninger. Det er dog almindelig anerkendt at både lette til moderate syre-base forskydninger rettes relativt hurtigt via nyrernes evne til elektrolytregulering, såfremt nyrerne gives gode forhold herfor. Det vil sige at man bør prioritere et højt perfusionstryk i nyrerne via korrektion af væskevolumen og stabilisering af vævsperfusionen.

Har man mistanke om alvorligere syrebase forstyrrelser, bør hesten ubetinget henvises til hospital, hvor opvækning kan foregå under kontrollerede omstændigheder.

Acidoser anses generelt for uskadelige så længe blodets bikarbonat koncentration holdes over ca. 15 mmol/L, svarende til en base deficit på ca. -10 mmol/L. Alkaloser tolereres dårligere, og ses hos hest især ved gentagen ventrikeltømning og svedning efter fx langdistanceridt, begge tilstande med store tab af klorid ioner. Denne type alkalose rettes hurtigt ved indgift af kloridholdige elektrolytter IV; samt evt peroral saltvands indgift.

D. Vurdering af effekten af væsketerapien.

Ved vurderingen af effekten bruges i stor udtrækning subjektive kriterier: bedres patienten alment, urinerer patienten (er nyrerne begyndt at fungere - urinafgang?). Puls og hæmatokrit vil falde, når kredsløbet normaliseres. Alle disse tegn vurderes som positive tegn.

Det kan være mere vanskeligt at beslutte hvornår en væsketerapi skal ophøre. En tommelfinger regel er her, at tilstanden skal have været stabil i 12 til 24 timer. En stabil tilstand betyder at patienten har klaret sig på vedligeholdelses volumen i mindst 12 timer, uden klinisk forværring. Samtidig bør patienten være på mindst 50 % af sit normale foder.

Ved overdreven væsketerapi kan der ses tegn på lungeødem (cyanose og vejrtrækningsbesvær). Dette er sjældent hos voksne heste. I visse vanskelige tilfælde, fx colitis, med lav plasmaprotein, kan det være vanskeligt at erstatte det tabte volumen uden brug af plasmasubstitutter.

Særlige forhold vedrørende kalium og calcium balancen.

Kalium og calcium optages normalt i store mængder fra foderet. De fleste heste har elektrolyt reserver til at klare 1 - 2 dages væskebehandling med isotonisk saltvand. Flere dages anoreksi samt opvækning med kalium fattige væsker (som både isotonisk NaCl og Ringers væsker) kan imidlertid medføre en relativ kalium mangel, som viser sig ved muskel tremor, og muskelsvaghed.

Kalium skal håndteres med stor forsigtighed intravenøst. I stedet kan anvendes peroral indgift af fx Seltin salt (40 % KCl) eller KCl opløsning, svarende til 25 g ad gangen, via sonde. Intravenøs kalium behandling bør udelukkende foregå på hospital, hvor elektrolyt koncentrationerne kan monitoreres.

Også plasma calcium koncentrationerne kan sænkes u hensigtsmæssigt, især ved hurtig rettelse af store volumen deficietter med relativt store syrebase forskydninger. Et karakteristisk klinisk tegn på hypocalcæmi er at hesten ser ud som om den har hikke (*diaphragmatic flutter*), der er tremor, neuromuskulær eksibilitet og almen nedstemthed. Det er ganske vanskeligt konkret at bestemme

størrelsen af calcium manglen, da kun den ioniserede del er biologisk aktiv. Også pH, proteinkoncentration og koncentration af de andre intra- og ekstracellulære ioner deltager i reguleringen heraf. Med forsigtighed kan man administrere 150 mL calciumborogluconat til tilstanden ophører.

Heste med disse symptomer bør henvises.

5. Sammenfatning.

Ét nefron er klogere end 1000 nefrologer.

De mest almindelige væsketab i praksis andrager:

- isotoniske tab
 - diarre, shock, sekvestering af væske i andre vævsgebetter, sved.
- Tab af rent vand
 - Tørst (ikke kan, må eller vil drikke).
 - Udtørring – perspiratio insensibilis.
- Tab af blod eller plasma
 - Intern eller eksternt blødning.

Tegn på dehydrering ses ved 20 -25 % tab af et væskerum, hvilket betyder at kliniske tegn udvikles hurtigt ved blødning, moderat ved isotoniske tab og langsomt ved ægte vandmangel. Dyret kan væskes op i samme hastighed, hvormed tabet fandt sted, dvs. hurtigt ved shock og blodtab, moderat ved isotoniske tab, og langsomt ved vandtab.

Første prioritet er tilførsel af volumen, som bevirker at nyren fungerer optimalt.

Til volumen ekspansion kan anvendes **0.9 % (fysiologisk) NaCl** til en start. **Hypertonisk saltvands-**infusion låner både tid og væske, og skal altid følges op af meget mere væske, enten ved at dyret drikker, eller ved isotoniske infusioner.

Moderate elektrolyt- og syrebase-forstyrrelser retter sig hurtigt efter passende volumen ekspansion, som følge af nyrens regulatoriske funktioner.

Peroral væsketerapi er et billigt og glimrende alternativ til intravenøs væsketerapi i en lang række tilfælde.

Dyr med lavt plasmaprotein (heste med colitis, shock eller store blodtab) bør væskes op under brug af plasmaekspandere og isotone væsker, og bør som oftest henvises. Dyr, der kræver mere end 1-2 dages væsketerapi, eller som udviser tegn på kalium eller calcium forstyrrelser, bør ligeledes henvises, ligesom stærkt dehydrerede føl.