

Suun kautta annettavat elektrolyyttivalmisteet vasikoille Suomessa ja niiden vertailu

Lisensiaatin tutkielma

Anu Ohvo

Helsingin yliopisto

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto

2015

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Osasto - Avdelning – Department Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare - Author Anu Ohvo			
Työn nimi - Arbetets titel - Title Suun kautta annettavat elektrolyyttivalmisteet vasikoille Suomessa ja niiden vertailu			
Oppiaine - Läroämne - Subject Eläinlääketiede			
Työn laji - Arbetets art - Level Lisensiaatin tutkielma	Aika - Datum - Month and year Toukokuu 2015	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 45 sivua	
Tiivistelmä - Referat – Abstract <p>Vasikkaripulit ovat hengitystiesairauksien ohella vasikoiden yleisimpiä sairauksia, joista koituu tiloille taloudellisia tappioita. Ripuli aiheuttaa vasikoilla kuivumista, elektrolyyttitasapainon häiriöitä, metabolista asidoosia sekä negatiivista energiatasapainoa, joita pyritään korjaamaan oikeanlaisen nesteytyksen sekä maitojuoton jatkamisen avulla.</p> <p>Suun kautta annettavat elektrolyyttivalmisteet ovat oleellisessa osassa vasikkaripuleiden hoidossa, sillä ne ovat halpoja ja helppoja annostella. Tämän lisensiaatin tutkielman tarkoituksena on selvittää, millaisia ominaisuuksia hyvällä suun kautta annettavalla elektrolyyttivalmisteella tulisi olla vasikkaripuleiden hoidon kannalta ja miten Suomessa saatavilla olevat valmisteet tähän tarkoitukseen soveltuvat. Syy tämän aiheen valintaan oli se, että kyseisten tuotteiden vertailua ei ole aiemmin tehty Suomessa ja lisätietoa tästä asiasta tarvitaan.</p> <p>Vertailuun valikoitui 11 Suomessa käytettävää suun kautta annettavaa elektrolyyttivalmistetta, joista kolme (Benfital Plus, Energaid ja Hydrafeed) oli ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne soveltuivat vasikkaripuleiden hoitoon. Muilla valmisteilla oli suosituksiin nähden havaittavissa puutteita. Tulosten perusteella valmisteiden välillä ilmeni paljon poikkeavuuksia ja tämä herättääkin kysymyksen tuotekehittelyn ja elektrolyyttivalmisteiden ns. päivityksen tarpeesta, jotta useampi kuin muutama valmiste vastaisi kirjallisuuden suosittelemia normeja. Joistakin tuotteista oli myös hankalasti saatavilla tärkeimpien elektrolyyttien, alkalisoivien ainesosien sekä glukoosin pitoisuuksia, mikä hankaloitti vertailun tekemistä. Tällä on suuri merkitys vertailujen tekemiseen esimerkiksi eläinlääkärin tai tilallisen toimesta, sillä vasikkaripuleiden hoidon kannalta on oleellista, että annettava elektrolyyttivalmiste on ominaisuuksiltaan tarkoitukseen sopiva ja tehokas. Siksi tämän lisensiaatin tutkielman yhtenä tavoitteena oli myös helpottaa eläinlääkäreiden tekemää vertailua eri valmisteiden välillä kertomalla, mitä hyvältä suun kautta annettavalta elektrolyyttivalmisteelta tulisi edellyttää.</p>			
Avainsanat - Nyckelord - Keywords vasikka, ripuli, vasikkaripuli, nesteytys, suun kautta, elektrolyyttivalmiste, kuivuminen, metabolinen asidoosi			
Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited Eläinlääke- ja elintarviketieteiden talon (EE-talo) Oppimiskeskus			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktor och ledare - Director and Supervisor(s) Työn johtaja: Timo Soveri Työn ohjaaja: Helena Rautala			

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	1
2 Kirjallisuuskatsaus	2
2.1 Vasikkaripuleiden esiintyminen ja merkitys	2
2.2 Vasikkaripuleiden aiheuttajat	3
2.2.1 Ruokinnalliset syyt	3
2.2.2 Infektiiviset syyt	3
2.3 Ternimaidon merkitys	7
2.4 Vasikkaripulin oirekuva	8
2.4.1 Kuivuminen	8
2.4.2 Elektrolyyttitasapainon häiriöt	9
2.4.3 Metabolinen asidoosi	11
2.5 Ripulin hoito	14
2.5.1 Suun kautta annettavat elektrolyyttivalmisteet	14
2.5.2 Laskimon kautta annettavat nesteet	21
2.5.3 Muu hoito	25
2.6 Nestehukan ja asidoosin korjaaminen käytännössä	26
3 Tutkimuksellinen osa	29
3.1 Aineisto ja menetelmät	29
3.2 Tulokset	30
3.2.1 Natriumpitoisuus	30
3.2.2 Kaliumpitoisuus	30
3.2.3 Kloridipitoisuus	30
3.2.4 Metabolisen asidoosin korjaaminen	30
3.2.5 Natriumin ja veden imeytymistä edistävät aineet ja niiden määrä	31
3.2.6 Muita huomioita	32
3.3 Pohdinta	34
4 Lähdeluettelo	39

1 JOHDANTO

Vasikkaripulit ovat yksi merkittävimmistä vasikoiden sairauksista Suomessa ja maailmalla hengityssairauksien ohella (Radostits ym. 2007). Pahimmillaan vasikkaripuli voi kehittyä tilaongelmaksi, mikä voi johtaa suureen sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen. Ripulin aiheuttajia on monia, joista osa aiheuttaa sekretorista eli erittävää ripulia kun taas osa vaurioittaa suolen nukkalisäkkeitä (Radostits ym. 2007). Riippumatta aiheuttajasta ripuli lisää veden ja elektrolyyttien menetystä ulosteen mukana ja vähentää vasikoiden maidonjuontia (Smith ja Berchtold 2014). Ripuli aiheuttaa kuivumista, asidoosia eli happamoitumista, elektrolyyttitasojen häiriöitä, kohonneita D-laktaattipitoisuuksia sekä negatiivista energiatasapainoa (Smith 2009).

Ripulivasikoiden hoito perustuu pitkälti vasikoiden nestetasapainon ja metabolisen asidoosin korjaamiseen, mikä useimmiten saadaan aikaiseksi oikeanlaisella nesteytyksellä. Vasikan tilasta, kuivumisasteesta ja metabolisen asidoosin vakavuudesta riippuen nesteytys voidaan toteuttaa joko suun kautta ja/tai laskimon kautta (Smith ja Berchtold 2014). Koska Suomessa on saatavilla monia kaupallisia suun kautta annosteltavia, ripulin hoitoon tarkoitettuja elektrolyyttivalmisteita, tämän liseniaatintyon tarkoituksena on vertailla näiden valmisteiden soveltuvuutta vasikkaripuleiden hoitoon. Tarkoituksena on kirjallisuuskatsauksen avulla selvittää, millaisia ominaisuuksia hyvällä suun kautta annosteltavalla elektrolyyttivalmisteella tulisi olla ripulin hoidon kannalta ja miten niitä tulisi käyttää. Tarkoituksena on myös antaa käytännön vinkkejä siitä, missä vaiheessa suun kautta annosteltavat elektrolyyttivalmisteet ovat indikoituja ja missä vaiheessa tulisi siirtyä laskimon kautta annosteltaviin nesteisiin ja millaisia valmisteita tällöin on saatavilla.

Edellä mainittua vertailua erilaisten suun kautta annosteltavien elektrolyyttivalmisteiden välillä ei ole aiemmin tehty Suomessa, minkä takia katsaus aiheeseen tuo uutta informaatiota niiden soveltuvuudesta vasikkaripuleiden hoitoon. Lisäksi tarkoituksena on kertoa selkeytetysti, mitä ominaisuuksia hyvältä elektrolyyttivalmisteelta tulisi vaatia, jotta valittu valmiste olisi ominaisuuksiltaan ripulin hoitoon mahdollisimman sopiva ja tehokas.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Vasikkaripuleiden esiintyminen ja merkitys

Ripuli on hyvin yleinen sairaus vasikoilla hengitystiesairauksien ja napatulehdusten ohella (Radostits ym. 2007). Vasikkaripuleilla on suuri merkitys etenkin silloin, jos ne aiheuttavat tilalla vasikkakuolemia. Kokonaisuudessaan Suomen vasikkakuolleisuus lypsyrotuisten alle puolivuotiaiden vasikoiden keskuudessa oli vuonna 2009 11,25 %, joka piti sisällään kuolleet, lopetetut, tilalla teurastetut sekä teuraaksi lähetetyt alle puolivuotiaat vasikat. Vastaavasti emolehmätiloilla kokonaisvasikkakuolleisuus oli vuonna 2008 8,0 % (Herva 2010). Vasikkakuolleisuuden suuruuteen on todettu vaikuttavan tilakoko, sillä yleensä suuremmilla tiloilla vasikkakuolleisuuden on havaittu olevan korkeampi verrattuna pienempiin tiloihin. Tässä kuitenkin ilmenee vaihtelua, sillä myös kasvatuskäytännöillä sekä olosuhteilla on suuri merkitys vasikkakuolleisuuteen (Herva 2010). Mikäli ripuli ei aiheuta vasikan kuolemaa, se kuitenkin vaikuttaa vasikan kasvuun heikentävästi. Tästä syystä vasikkaripulilla voi olla suuri taloudellinen vaikutus tilalle, varsinkin jos kyseessä on lihakarjatila, jossa tuotto saadaan lihasta (Heikkilä 2009). Lisäksi vasikkaripuleiden hoidosta kertyy tiloille lisäkustannuksia sekä lisätyötä.

Erilaisten suolistotulehdusten on todettu olevan yleisin vasikoiden kuolinsyy 1-30 päivän ikäisillä. Tätä vanhemmilla vasikoilla taas yleisimpänä kuolinsyynä tavataan usein hengitystietulehduksia kuten pneumoniaa (Svensson 2010). Suomessa ripuleiden on todettu olevan yleisin vasikoiden kuolinsyy lypsykarjatiloiilla ja toiseksi yleisin emolehmätiloilla. Emolehmätiloilla vasikoiden kuolinsyynä ovat usein myös systeemiset sairaudet kuten verenmyrkytykset (Herva 2010). Vuosina 2004-2006 tehdyssä pihattotutkimuksessa (Niemi ja Hakkarainen 2007) todettiin ripulin olevan yleisin vasikoiden sairauksista lypsykarjapihatoissa, joissa sitä esiintyi 81 %:lla kaikista tutkituista tiloista, ja tiloilla, joissa pidettiin sairaskirjanpitoa, ripulia sairasti 8 % kaikista vasikoista ja 12 % juottovasikoista. Samassa tutkimuksessa ripuliin sairastumisriskin todettiin myös lisääntyvän, mikäli vasikkaosasto sijaitsi erillisessä rakennuksessa.

Kaikista edellä mainituista syistä johtuen vasikkaripuleiden ennaltaehkäisyyn ja hoitoon kannattaa siis kiinnittää huomiota.

2.2 Vasikkaripuleiden aiheuttajat

Ripulin aiheuttajat voidaan jakaa kahteen ryhmään: infektiivisiin (bakteerit, virukset, alkueläimet) ja ruokinnallisiin syihin (Pyörälä ja Tiihonen 2005). Aiheuttajasta ja niiden määrästä ympäristössä sekä vasikan omasta immuunijärjestelmästä riippuen ripulin voimakkuus ja sen seuraukset itse vasikalle voivat vaihdella suurestikin (Radostits ym. 2007, Hartikainen ym. 2012). Useimmissa tapauksissa kyseessä on monen eri tekijän yhteisvaikutus, ja myös ympäristöolosuhteilla on merkitystä. Esimerkiksi kylmässä, kosteassa ja vetoisessa ympäristössä vasikat sairastuvat helpommin ripuliin sekä muihin sairauksiin, kuten hengitystiesairauksiin (Heikkilä 2009).

2.2.1 Ruokinnalliset syyt

Ruokinnallisia syitä ovat mm. erilaiset juottovirheet, sopimaton tai pilaantunut rehu sekä epähygieeniset ruokinta-astiat (Pyörälä ja Tiihonen 2005). Yleisimpiä juottovirheitä ovat mm. juomarehun väärä lämpötila, väärät annoskoot sekä liian harvat juottokerrat. Myös juotto/juoma-asennolla on vaikutusta, koska väärässä asennossa juoma ei välttämättä kulkeudu märekourua pitkin juoksutusmahaan vaan päättyy pötsiin, mistä voi olla seurauksena ruuansulatushäiriö (Heikkilä 2009).

2.2.2 Infektiiviset syyt

Vasikan iästä riippuen niillä esiintyy vasikan ikäkaudelle tyypillisiä ripulinaiheuttajia (Radostits ym. 2007). Maailmalla alle 21 päivän ikäisillä vasikoilla tavataan yleisesti ripulinaiheuttajina enterotoksista *E. colia* (ETEC), rotavirusta, koronavirusta, *Cryptosporidium parvum* tyyppi II:sta, *Salmonella enterica*-lajin ja sen *enterica*-alalajin edustajia sekä ruokinnallisia syitä (Constable 2009). Maailmanlaajuisesti infektiivisistä aiheuttajista rotavirus, koronavirus, ETEC ja *C. parvum* ovat vasikkaripulin aiheuttajina 75-95%:ssa tapauksista (Radostits ym. 2007).

Suomen vasikkaripuleiden aiheuttajia on tutkittu edellisen kerran laajasti vuonna 2008 valmistuneessa Jyräsalon lisensiaatintutkimuksessa, jossa selvitettiin vuosien 2002-2006 Eviran vasikkaripulipakettien löydöksiä. Tällöin Suomen infektiivisistä taudinaiheuttajista rotavirus oli yleisin alle kahden viikon ikäisillä vasikoilla (57%) sekä

2-8 viikon ikäisillä (26%). Koronavirusta tavattiin näillä ryhmillä vain harvoin (<2 vk 1%, 2-8 vk 3%). Yli kahden viikon ikäisillä vasikoilla ja tätä vanhemmilla *Eimeria sp.* -kokkidien ja mahasuolistoloisten merkitys ripulin aiheuttajana korostui, mitä vanhemmasta vasikasta oli kyse. Tutkimuksessa oli kuitenkin huomattava seikka se, että suuressa osassa ripulitapauksista ei itse taudille löydetty mitään taudinaiheuttajaa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Taudinaiheuttajien yleisyys eri ikäisillä vasikoilla. Taulukko on muokattu Jyräsalon (2008) lisensoitua tutkielman tiedoista.

Taudinaiheuttaja	<2 vk ikäiset	2-8 vk ikäiset	>8 vk ikäiset
Rotavirus	57 %	26 %	-
Eimeria spp.	-	12 %	17 %
Koronavirus	1 %	3 %	-
Mahasuolistoloiset (munat)	-	1 %	3 %
Kryptosporidit	0,7 %	0,7 %	-
Salmonella	0 %	0,4 %	0 %
ETEC	0 %	-	-
Ei taudinaiheuttajaa	41 %	33 %	37 %

Enterotoksinen *Escherichia coli* (ETEC)

Useat eri *E. coli*-kannat voivat aiheuttaa vasikoille ripulia, mutta useimmiten aiheuttajana on etenkin enterotoksinen *E. coli* eli ETEC (Radostits ym. 2007). ETEC:n aiheuttamaa koliripulia esiintyy usein alle neljän päivän ikäisillä vasikoilla. Tätä vanhemmilla vasikoilla ETEC on harvinainen ripulinaiheuttaja, koska iän karttuessa juoksumahan pH laskee niin, että kyseinen patogeeni ei enää selviydy sen lävitse ohutsuoleen (Foster ja Smith 2009). Myös kiinnittymistä edistävän virulenssitekijän (K99) kyky tarttua ohutsuolen epiteeliin alkaa asteittain heiketä, kun vasikka on yli 12 tunnin-2 viikon ikäinen (Runnels ym. 1980). ETEC kolonisoituu ileumiin eli sykkyräsuoleen, koska sen pH on oikeanlainen K99 toiminnan takia. Kolonisoiduttuaan ETEC alkaa tuottaa lämpökestävää toksiinia, joka saa aikaan lisääntyneen erityksen ja suoliston pH:n nousun, mikä taas edesauttaa patogeenin selviytymistä suolistossa. pH:n noustessa ETEC pääsee nousemaan kohti ohutsuolta ja näin pahentamaan ripulia (Foster ja Smith 2009).

ETEC:n aiheuttama ripuli on usein runsasta ja vetistä. Taudin alkuvaiheessa voi lisäksi esiintyä kuumetta. Lievissä tartunnoissa tauti voi mennä itsellään ohitse, mutta komplisoiduttuaan se voi johtaa vasikan kuolemaan parissa päivässä (Radostits ym. 2007).

Salmonella

Vasikkaripurin aiheuttajana Salmonella on Suomessa hyvin harvinainen löydös (Pyörälä ja Tiihonen 2005, Jyräsalo 2008). Suomessa yleisin naudoilta löydetty serotyyppi on *Salmonella Typhimurium*. Yleensä *S. Typhimurium* sairastuttaa 2-4 viikon ikäisiä vasikoita, joilla oireina esiintyy veriripulia ja syömättömyyttä. Tautia voi esiintyä myös aikuisilla naudoilla (Sarelli 2001).

Rotavirus

Rotavirus infektoi yleensä alle kolmen viikon ikäisiä vasikoita (Radostits ym. 2007). Rotavirus aiheuttaa kryptosporidioosin tavoin suoliston nukkalisäkkeiden surkastumista aiheuttaen näin imeytymishäiriön. Rotavirukselta on tosin löydetty myös enterotoksiini (NSP4), jolla uskotaan olevan lisääntyneeseen erityykseen liittyvää vaikutusta (Foster ja Smith 2009). Oireina rotavirusinfektiossa on runsas limainen ripuli, joka yleensä rajoittuu itsestään. Ennaltaehkäisyssä on tärkeää huolehtia hyvistä tuotanto-olosuhteista, puhtaudesta ja ternimaidon saannista (Havela 2012).

Koronavirus

Koronaviruksen aiheuttama taudinkuva on hyvin samankaltainen rotaviruksen kanssa, mutta sen kesto on pidempi. Koronavirus aiheuttaa ripulia yleensä alle 3 viikon ikäisillä vasikoilla. Se infektoi aluksi proksimaalista ohutsuolta, josta se leviää alaspäin (Foster ja Smith 2009).

Cryptosporidium parvum

Cryptosporidium parvum-alkueläimen aiheuttamaa ripulia tavataan usein 1-2 viikon ikäisillä vasikoilla (Pyörälä ja Tiihonen 2005). Kyseinen alkueläin on myös zoonoosi eli se pystyy tarttumaan ihmiseen. Vasikka saa *C. parvum*-infektion syötyään niiden ookystia ja infektiannonoksi riittää vain kymmenkunta ookystaa (Mattila 2012). Tyypillisesti kyseisen patogeenin kohdekudoksena toimii ileum, mutta se voi infektoida myös muita ruuansulatuskanavan osia juoksutusmahasta paksusuoleen. *C. parvum* voi saada aikaan vakavankin suoliston nukkalisäkkeiden surkastumisen, josta on seurauksena imeytymishäiriö (Foster ja Smith 2009). Oireina kryptosporioosissa on runsas vetinen ripuli, joka rajoittuu itsestään. Uusien tartuntojen ehkäisemiseksi sairastuneet kannattaa kuitenkin eristää muista erilleen. Kryptosporidit ovat hyvin kestäviä ympäristössä ja ne voivat säilyä kuukausia kosteassa ja viileässä. Siksi tartuntojen ehkäisemiseksi tulee huolehtia hyvästä juotto- ja ruokintahygieniasta, karsinoiden puhtaudesta sekä hyvästä kuivituksesta (Taylor ym. 2007, Mattila 2012). *C. parvum*-alkueläintä todettiin vuonna 2011 yhdeksällä tilalla ja vuonna 2014 noin 14 tilalla. Näiden joukossa oli sekä lypsy- että emolehmätiloja, mutta myös vasikkakasvattamoita (Mattila 2012).

Kokkidit

Vasikoilla kokkidioosia aiheuttavat *Eimeria*-sukuun kuuluvat parasiitit (Pyörälä ja Tiihonen 2005). Kokkideita esiintyy myös muilla eläinlajeilla, mutta ne eivät tartu eläinlajista toiseen ollen näin isäntälajispesifisiä (Taylor ym. 2007). Kokkidioosiin sairastuvat yleensä 1-2 kuukauden ikäiset vasikat, joilla on jostain syystä alentunut vastustuskyky tai ne ovat muuten stressaantuneita. Yli 1-vuotiaille kokkidit aiheuttavat harvoin kliinistä tautia. Tartunnan vasikka saa ympäristöstä saamalla ookystia ruuansulatuskanavaansa ja infektiannon on yleensä suuri. Eri kokkidilajit lokalisoituvat eri suoliston osiin, jossa ne vaurioittavat suoliston epiteeliä ja joskus jopa limakalvon sidekudosta, jolloin ulosteessa voi esiintyä verta (Taylor ym. 2007, Merck 2010).

Tyypillisinä oireina kokkidioosissa on äkillinen vetinen tai verinen ripuli, ulostamispakko ja syömättömyys. Joskus kokkidioosi voi olla oireeton (Kurkela ym. 2000). Mikäli kokkidioosi kehittyy vakavaksi, voi vasikoilla esiintyä vakavan

kuivumisen lisäksi kuumetta, anoreksiaa ja jopa kuolemia. Joskus kokkidioosissa voi esiintyä hermosto-oireita (silmävärve, lihasvärinä, lisääntynyt tuntoherkkyys, ventrofleksio eli pään rintaa vasten painuminen), jolloin ennuste on huono (Pyörälä ja Tiihonen 2005, Merck 2010). Mikäli vasikan nesteensaannista huolehditaan, ei vakavaa kuivumistilaa pääse muodostumaan, jolloin ennuste pysyy hyvänä. Kokkidioosi on itsestään rajoittuva ja sen sairastamisesta seuraa immuniteetin kehittyminen, joka on tosin epätäydellinen. Kokkidioosin ehkäisyssä tärkeää on huolehtia hyvästä ruokintahygieniasta, riittävästä kuivutuksesta ja stressaavien tekijöiden minimoimisesta (Kurkela ym. 2000, Merck 2010).

Muut suolistoloiset

Jyräsalon (2008) tutkimuksessa yleisimmät suolistoloislöydökset vasikoilta olivat *Trichostrongylus*- ja *Strongyloides*-sukujen matojen munat sekä muutamilla *Nematodirus*-, *Trichuris*- ja *Moniezia*-sukuun kuuluvien matojen munat. Muita Suomessa tärkeitä loisia naudoilla on *Trichostrongyloidea*-heimon sukkulamatoihin kuuluva *Ostertagia ostertagi*. Loistartunnat ovat yleensä sekainfektioita, joiden oirekuva voi olla vaihteleva (Herva ym. 2002). Suolistoloisten merkitys myös korostuu, mitä vanhemmasta vasikasta on kyse (Jyräsalo 2008).

2.3 Ternimaidon merkitys

Koska vasikka syntyy ilman kunnollista vastustuskykyä, on ternimaidon saannilla tärkeä merkitys vasikan vastuskyvyn kehittymisen kannalta. Tästä johtuen vasikan tulisi saada ternimaitoa 1,5-2 litraa neljän tunnin sisällä syntymästä, todellisuudessa siis mahdollisimman pian (Hartikainen ym. 2012). Koska vasta-aineiden imeytyminen suolistosta loppuu jo vuorokauden kuluttua syntymästä, tulisi vasikalle antaa ensimmäisen vuorokauden aikana ainakin 4-6 litraa ternimaitoa (10-15 % painosta). Lisäksi annettavan ternimaidon tulisi olla hyvälaatuista. Hyvänlaatuisen ternimaidon mittarina toimii sen IgG-vasta-ainepitoisuus, minkä tulisi olla yli 50 g/l (Hartikainen ym. 2012). Huolehtimalla vasikan aikaisesta ja riittävästä ternimaidon saannista ehkäistään vasikan sairastumista erilaisiin tauteihin (Meganck 2014).

2.4 Vasikkaripulin oirekuva

Ripuli aiheuttaa vasikoilla nesteen menetystä ulosteiden kautta ja niiden ruokahalu usein heikkenee, mikä näkyy useimmiten heikentyneenä imemisenä. Nämä johtavat vasikan kuivumiseen ja yleiseen heikkouteen (Radostits ym. 2007). Hypoglykemiaa tavataan ripulista kärsivillä vasikoista vasta taudin loppuvaiheessa (Kasari ja Naylor 1984). Ripulista kärsivät vasikat saattavat olla alilämpöisiä, mutta niillä voi olla myös kuumetta. Muita ripulin aiheuttamia seurauksia ovat asidoosi, elektrolyyttihäiriöt sekä kohonnut D-laktaattipitoisuus (Smith ja Berchtold 2014).

2.4.1 Kuivuminen

Ripuli voi vasikoilla olla aiheuttajasta riippuen vetistä, limaista ja/tai veristä ja sen voimakkuus voi vaihdella hyvin niukasta runsaaseen (Radostits ym. 2007). Ripulin mukana menetetään usein nesteitä, mutta myös elektrolyyttejä, kuten natriumia ja kaliumia (Smith ja Berchtold 2014). Syy, miksi vasikat ovat aikuisia nautoja herkempiä ripulin aiheuttamille nesteenmenetyksille, johtuu niiden suuremmasta elimistön nestemäärästä (73 % painosta vettä), josta 29 % on solunsisäistä ja 44 % solunulkoista nestettä (Constable 2003). Usein ripulissa nestemenetykset kohdistuvat juuri solunulkoiseen nestemäärään (Naylor ym. 2006). Joskus ripulin aiheuttamat nestemenetykset voivat olla päivässä 13-18 % painosta tai jopa tätäkin suuremmat. Niinpä ripuli voi nopeasti aiheuttaa vasikalle vakavankin kuivumistilan (Berchtold 2009). On kuitenkin huomattu, että vasikka saattaa kestää jopa 14% painonmenetyksen ripulin aikana ilman, että vasikka on depressoitunut tai ei kykene seisomaan tai imemään (Naylor ym. 2006). Kuivuminen johtaa väistämättä myös kudosten vähentyneeseen perfuusion, jolloin elimistöön alkaa kertyä kuona-aineita. Esimerkiksi munuaisten perfuusion heikentyessä plasman urea- ja kreatiniipitoisuus nousevat (Grove-White 2007).

Vasikan kuivumisasteella on merkitystä siihen, kumpaa nesteytystapaa käytetään: suun kautta vai laskimoteitse (Constable 2003). Siksi hoidon kannalta on tärkeää arvioida vasikan kuivumisaste (Taulukko 2), mikä tapahtuu vasikan yleistilan, silmän painumisen, ihon turgorin, limakalvojen kuivuuden ja raajojen lämpötilan arvioinnin perusteella (Smith 2009, Utriainen 2010). Kuivumisaste voidaan määrittää ripulin

akuutissa vaiheessa myös kaavalla: kuivumisaste% = silmämunan painuminen (mm) x 1,7 (Utriainen 2010). Kuivuminen johtaa vähentyneeseen kudospesuusioon ja lopulta shokkiin, mikäli tilanne etenee pahaksi (Grove-White 2007).

Taulukko 2. Kuivumisasteen määrittäminen. Taulukko on laadittu Naylorin ym. (2006) ja Smithin (2009) artikkeleiden tietojen perusteella.

Kuivumisaste	Yleistila	Silmämunan painuminen	Ihon turgorin palautuminen (s)	Limakalvot	Jalkojen lämpötila
<5%	Normaali	1-2 mm	<2-4	Kosteat - kuivat	Lämpöiset
6-8%	Hieman depressoitunut	3-4 mm	5-6	Kuivat	Viileät- kylmät
8-10%	Depressoitunut	4-6 mm	6-7	Kuivat	Kylmät
10-12%	Kooma	6-7 mm	7- >8	Kuivat	Kylmät
>12%	Kooma/kuolema	8-12 mm	>9	Kuivat - valkoiset	Kylmät

2.4.2 Elektrolyyttitasapainon häiriöt

Ripulista kärsivillä vasikoilla on todettu alhaisia natrium-, kalium-, ja kloridipitoisuuksia (Constable 2003, Smith ja Berchtold 2014).

Hyponatremia on yleensä seurausta hypovolemiasta, ei niinkään lisääntyneestä natriumin menetyksestä ulosteisiin (Michell 1998). Myös hypernatremia (natriumpitoisuus >160 mEq/l) voi olla mahdollinen, mikäli ripuloivilla vasikoilla ei ole ollut tarpeeksi vettä tarjolla tai jos tarjottu elektrolyyttijuoma on sisältänyt runsaasti natriumia. Jälkimmäinen syy on kuitenkin harvinainen (Michell 1998, Abutarbush ja Petrie 2007). Hypernatremia on riskinä varsinkin vasikoilla, jotka kärsivät rotaviruksen, koronaviruksen tai *C. parvum* -alkueläimen aiheuttamasta ripulista ja joilla on rajoitettu veden tai maidonsaanti (McClure 2001). Koska hypernatremian oireet (letargia, heikkous, depressio, kohtaukset) ovat samankaltaisia ns. normaalien ripulivasikoiden oireiden kanssa, ei hypernatremiaa pystytä erottamaan kuin vain verinäytteiden perusteella (Abutarbush ja Petrie 2007).

Ripulista kärsivillä vasikoilla on usein hypokalemia. Hypokalemia johtuu ripulista kärsivillä vasikoilla lisääntyneestä kaliumin menetyksestä ulosteissa, vähentyneestä imeytymisestä ja lisääntyneestä kaliumin erityksestä munuaisista vasteena metaboliseen asidoosiin (Sweeney 1999, Sjaastad ym. 2003). Hypokalemia näkyy vasikoissa etenkin lihasheikkoutena (Rings 1994). Vakavasta asidoosista ja kuivumisesta kärsivillä vasikoilla tavataan usein myös hyperkalemiaa (Trefz 2015), kun solunsisäistä kaliumia vaihdetaan solunulkoisiin vetyioneihin solunulkoisen nesteen puskuroimiseksi (Grove-White 2007) ja kun glomerulusfiltraatio vähenee (Trefz ym. 2013). Trefz ym. (2013) tutkimuksessa todettiin lisäksi, että D-laktaatin aiheuttamaan asidoosiin liittyy vain harvoin hyperkalemia, sillä heidän tutkimuksessaan hyperkalemiasta kärsivillä vasikoilla todettiin ennemminkin kohonneita fosfaatti-, totaaliproteiini ja L-laktaattipitoisuuksia. Näin ollen hypovolemia ja heikentynyt glomerulusfiltraatio ovat tärkeässä roolissa niin hyperkalemian kuin asidoosinkin patogeneesissä, mikä taas korostaa nesteytyksen tärkeyttä ripulivasikoiden hoidossa. Hyperkalemia saadaankin yleensä korjattua, kun vasikan nestetasapaino ja metabolinen asidoosi korjataan oikeanlaisella nesteytyksellä. Oireina hyperkalemiassa esiintyy yleensä sydämen rytmihäiriöitä (Trefz 2015).

Ripulivasikat voivat olla hyper-, normo- tai hypokalsemiaa. Ripuloivilla vasikoilla plasman kalsiumkonsentraatioon vaikuttaa kalsiumin lisääntynyt menetys ulosteiden mukana, vähentynyt imeytyminen suolistosta ja hemokonsentraatio eli veren väkevöityminen, joka saattaa peittää kalsiumin menetykset taakseen (Grove-White ja Michell 2001). Grove-White ja Michell (2001) sekä Naylor ja Forsyth (1986) tekemissä tutkimuksissa havaittiin, että alkalisointi voisi mahdollisesti aiheuttaa ripulivasikoilla hypokalsemiaa ja jopa tetanuksen kaltaista tilaa laskemalla etenkin ionisoituneen kalsiumin pitoisuutta veressä. Toisaalta myös alhaisella magnesiumipitoisuudella voi olla vaikutusta tetanuksen kaltaiseen oirekuvaan, sillä ripulivasikat kärsivät usein hypomagnesemiasta (Grove-White ja Michell 2001). Periaatteessa hypokalsemian voisi hoitaa antamalla vasikalle kalsiumia, mutta tähän saattaa liittyä myös riskejä (Grove-White ja Michell 2001). Nimittäin kalsiumin antaminen hypokalsemiasta kärsivälle vasikalle voi aikaansaada lisäkilpirauhashormonin erityksen vähenemisen ja kalsitoniinin tuotannon lisääntymisen, jolloin kalsiumtasapaino saavuttamiseen kuluisi enemmän aikaa. Koska

mitään tarkkaa tutkimustietoa tästä ei ole, ei kalsiumia sisältävien nesteiden (esim. maidon) antamista suositella vältettävän alkalisoidun nestehoidon yhteydessä, vaikka vasikan ionisoituneen kalsiumin pitoisuus veressä olisikin normaalia alhaisempi. Tämä myös siksi, että maitojuoton jatkaminen on monella tapaa vasikalle hyödyllistä. Toisaalta esimerkiksi D-vitamiinin lisääminen suun kautta annosteltavaan valmisteeseen voisi olla hyödyllinen kalsiumtasapainon saavuttamisessa (Grove-White ja Michell 2001).

Kliinisten oireiden perusteella voidaan karkeasti arvioida, millaisista elektrolyyttihäiriöistä vasikka kärsii. Lihashaikkouden taustalla voi olla muutoksia elimistön pH:ssa sekä kaliumin, natriumin ja kalsiumin pitoisuuksissa ja myös depressio ja ruokahaluttomuus saattavat liittyä edellä mainittujen elektrolyyttien ja pH:n muutoksiin sekä glukoosipitoisuuden laskuun (Constable 2003). Kiihtymys ja tietynlainen hulluus taas saattavat johtua vähentyneistä kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksista (Constable 2003).

2.4.3 Metabolinen asidoosi

Metabolinen asidoosi johtuu ripulista kärsivillä vasikoilla bikarbonaatin menetyksestä ulosteen mukana sekä kohonneista elimistön L- ja D-laktaattipitoisuuksista (Omole ym. 2001, Meganck 2014). Aiemmin bikarbonaatin menetystä pidettiin pääsyyinä ripuloivien vasikoiden metabolisen asidoosin syntyyn, mutta viime vuosikymmenen aikana D-laktaatin merkityksestä asidoosin muodostajana on saatu lisätietoa ja sen merkitys tässä on korostunut (Ewaschuk ym. 2004, Constable ym. 2005). D-laktaatin osuudeksi plasman orgaanisten happojen pitoisuuden noususta onkin todettu olevan noin 64% ripulista kärsivillä vasikoilla (Omole ym. 2001, Ewaschuk ym. 2004). On kuitenkin huomattu, että D-laktaattikonsentraatio voi olla veressä korkea, vaikka vasikka ei kärsisikään kuivumista (Kasari ja Naylor 1984, Ewaschuk ym. 2004, Lorenz 2009).

Molemmat, D- ja L-laktaatti, ovat ruuansulatuskanavan bakteerien (etenkin *Lactobacillus*-lajien) hiilihydraattien fermentaatiossa muodostuvia orgaanisten happojen lopputuotteita (Omole ym. 2001, Berchtold 2009, Lorenz 2009). L-laktaattia muodostuu myös heikentyneen kudospesuusion seurauksena, jolloin anaerobinen glykolyysi lisääntyy ja L-laktaattia poistuu maksan kautta vähemmän (Omole ym. 2001, Lorenz

2004). Kun ripulipatogeenit aiheuttavat suoliston nukkalisäkkeiden atrofiaa eli surkastumista, hiilihydraattien imeytyminen häiriintyy, jolloin niiden fermentaatio suolistossa lisääntyy. Tämä taas lisää D- ja L-laktaatin muodostumista ja niiden imeytymistä paksusuolesta (Lorenz 2009).

D- ja L-laktaattia tosin muodostuu myös pötsissä, mikäli märekouru ei toimi kunnolla ja maito kulkeutuu juoksutusmahan sijasta pötsiin (Ewaschuk ym. 2004, Lorenz 2009). Näiden artikkeleiden mukaan pötsissä tapahtuvaa D- ja L-laktaatin muodostumista ei kuitenkaan pidetä merkittävänä asidoosin muodostajana, sillä suurin osa D-laktaatin imeytymisestä tapahtuu suolistossa ja todettujen pötsin L-laktaattipitoisuuksien ei ole todettu olevan riittävän korkeita asidoosin muodostamiseksi. Lisäksi L-laktaatin poistumisnopeus on suurempi kuin sen imeytymisnopeus (Ewaschuk ym. 2004).

Pääosa D-laktaatista tuotetaan siis suolistossa. Tätä tukee tieto siitä, että ulosteissa on todettu samat pitoisuudet D-laktaattia kuin seerumissa ja että nämä pitoisuudet eivät ole korreloineet pötsin D-laktaattipitoisuuden kanssa (Ewaschuk ym. 2004). Lisäksi, koska D-laktaatin maksametabolia ja munuaiseritys on märehitöillä hitaampaan kuin L-laktaatin, pidetään D-laktaattia pääsyynä metaboliseen asidoosiin ripulin yhteydessä (Lorenz ym. 2005, Lorenz 2009). Tarkkoja raja-arvoja D-laktaatille ei ole määritelty, mutta arvoja 2 mmol/l asti pidetään normaaleina (Omole ym. 2001).

Happo-emäs-tasapainon tarkasteluun on aiemmin käytetty Henderson-Hasselbalchin yhtälöä. Kyseisellä yhtälöllä voidaan kategorisoida neljä erilaista happo-emäs-tasapainon häiriötä: respiratorinen asidoosi (kohonnut elimistön CO_2 -pitoisuus), respiratorinen alkaloosi (vähentynyt elimistön CO_2 -pitoisuus), metabolinen asidoosi (vähentynyt HCO_3^- -pitoisuus) ja metabolinen alkaloosi (lisääntynyt HCO_3^- -pitoisuus). Mittaamalla anionivajasta voidaan selvittää, johtuuko metabolinen asidoosi bikarbonaatin menetyksestä vai lisääntyneestä plasman anionipitoisuudesta (L- ja D-laktaatti) (Constable ym. 2005). Koska anionivajaukseen vaikuttaa seerumin proteiinikonsentraatioiden vaihtelut, soveltuu kyseinen yhtälö vain terveiden eläinten happo-emäs-tasapainon tarkasteluun, koska niillä on normaalit seerumin totaaliproteiini-, albumiini- ja fosfaattipitoisuudet. Koska ripulista kärsivillä vasikoilla nämä pitoisuudet yleensä poikkeavat normaaleista arvoista, suositellaan niille happo-

emäs-tasapainon tarkasteluun mieluummin vahvaa ionieroaa (strong ion difference eli SID) (Constable 2000, Constable ym. 2005).

Plasman ionit voidaan jaotella kahteen eri tyyppiin: puskuroimattomiin ioneihin eli vahvoihin ioneihin ja puskuroiviin ioneihin (Constable 2000). Vahvoilla ioneilla tarkoitetaan sellaisia ioneja, jotka ovat fysiologisessa pH:ssa täysin dissosioituneina eli niillä ei ole puskurointikykyä. Tärkeimmät vahvat kationit ovat Na^+ ja K^+ ja vähäisemmässä määrin Ca^{2+} ja Mg^{2+} . Vastaavasti tärkeimmät vahvat anionit ovat Cl^- , D- ja L-laktaatti sekä orgaaniset hapot (Smith 2009). Puskuroivat ionit ovat taas plasman heikkojen happojen ja emästen johdoksia, jotka eivät täysin dissosioidu fysiologisessa pH:ssa. Vahvan ionieron (SID) etu verrattuna Henderson-Hasselbalchin yhtälöön on se, että se huomioi hypo- ja hyperproteinemian vaikutukset pH:hon (Constable 2000). Lisäksi, koska ripulissa vasikka menettää ulosteiden mukana paljon natriumia ja kaliumia, tulee suun kautta annettavaa ripulijuomavalmistetta valittaessa huomioida, että siinä on riittävästi vahvoja kationeja (Na^+) verrattuna vahvojen anionien konsentraatioon (Cl^-) (Smith 2009). Siksi valittaessa suun kautta annettavaa nestevalmistetta tulisi huomioida valmisteen SID, sillä korkea SID saa aikaan alkaloosin ja matala SID asidoosin (Bachmann ym. 2009). SID voidaan laskea kaavalla $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-] = \text{SID}$ (Smith ja Berchtold 2014).

Asidoosin oireita ovat depressio, heikkous, ataksia eli koordinaatiohäiriöt, heikentynyt imemis- ja pannikulusrefleksi sekä alentunut uhkausvaste (Smith ja Berchtold 2014). Koska emäsylimäärän ja D-laktaattipitoisuuden on todettu korreloivan kliinisten oireiden kanssa, asidoosin astetta voidaan arvioida kliinisten oireiden perusteella taulukon 3 mukaisesti (Naylor ym. 2006, Trefz ym. 2012). On myös havaittu, että ripuloivat vasikat, jotka ovat alle kahdeksan päivän ikäisiä, kärsivät usein lievemmästä asidoosista kuin tätä vanhemmat vasikat, joten vasikan ikä tulee huomioida hoidossa (Naylor 1987).

Taulukko 3. Emäsvajeen (mmol/l) arviointi kliinisten oireiden perusteella (Naylor ym. 2006).

Kliiniset oireet	Alle 8 päivän ikäiset (mmol)	Yli 8 päivän ikäiset (mmol/l)
Seisoo, vahva imurefleksi	0	7
Seisoo heikosti, heikko imurefleksi	5	11
Makaa rintalastansa päällä	12	16
Makaa kyljellään	13	20

2.5 Ripulin hoito

Ripulin hoidossa tärkeimpinä tavoitteina on korjata vesi- ja elektrolyyttitasapainon häiriöt sekä asidoosi ja tarjota energiaa. Nämä saavutetaan usein elektrolyyttejä sisältävillä nesteillä, jotka voidaan antaa sekä suun kautta että laskimo teitse (Constable 2003).

Aiemmin suositeltiin ripulista kärsivän vasikan paastottamista erinäisistä syistä. Nykykäsityksen mukaan tämä ei kuitenkaan ole hyvä toimintatapa, koska vasikoilla on useimmiten suurempi energiantarve ja pienemmät rasvavarastot kuin aikuisilla eläimillä (Brooks ym. 1996). Useimmat suun kautta annosteltavat elektrolyyttivalmisteet sisältävät myös suhteellisen vähän energiaa vasikan tarpeisiin nähden (Bachmann 2009). Siksi maitojuottoa tulisi jatkaa ripulivasikoilla normaalisti elektrolyyttijuomien annon lisäksi, koska maidosta vasikka saa energiaa elintoimintoihinsa sekä ravintoaineita suoliston vaurioiden korjaamiseksi (Heath ym. 1989, Meganck 2014). Maitojuoton voi keskeyttää maksimissaan 12 tunnin ajaksi, mikäli vasikka on hyvin vauis ja sen imemisrefleksi on heikko (Smith 2009).

2.5.1 Suun kautta annettavat elektrolyyttivalmisteet

Suun kautta annettava nestehoito on halpa ja helppo hoitotoimenpide toteutettavaksi kenttäolosuhteissa verrattuna suonen kautta annettavaan nestehoittoon. Usein jo itse

tilallinen voi aloittaa vasikan nestehoidon, ennen kuin eläinlääkäri kutsutaan paikalle. Näin ollen hoito saadaan aloitettua paljon nopeammin, mikä voi olla usein ratkaiseva tekijä ripulivasikan hoidossa (Rings 1994, Sen ym. 2006).

Suun kautta annettavalla nestehoidolla voidaan hoitaa kuivuneita vasikoita, joiden asidoosinaste on lievästä kohtalaiseen. Tärkein kriteeri suun kautta aloitettavalle nestehoidolle on se, että vasikoilla tulee olla imurefleksi, jotta kyseisiä nesteitä voidaan antaa (Constable ym. 2001, Sen ym. 2006). Siksi ennen suun kautta annettavien nesteiden antoa tulee arvioida vasikan tila. Mikäli ripuloiva vasikka on kuivunut yli 8%, se on heikko, depressoitunut tai tiedoton ja sen imurefleksi on ollut huono yli 24 tunnin ajan tai jos vasikka on alilämpöinen (<38 °C), pidetään laskimon kautta annettavia nesteitä paremmin indikoituina (Berchtold 2009, Smith 2009). Yksinkertaistettuna voidaan jopa sanoa, että mikäli vasikka pystyy seisomaan, voidaan suun kautta annettavia nesteitä käyttää hoidossa (Grove-White 2007). Mikäli vasikan ruoansulatuskanavan toiminta on pysähtynyt (ileus), suun kautta annosteltavat nesteet voivat kertyä pötsiin ja näin aiheuttaa puhaltumisen ja pötsin happamoitumisen. Näille vasikoille suun kautta annettavat nesteet eivät sovellu, vaan nesteet tulisi mieluummin antaa laskimon kautta. Mikäli vasikalla kuitenkin ilmenee jonkinlainen imurefleksi tai tutin jauhamisliikkeitä, suun kautta annettavia nesteitä pidetään turvallisina käyttää (Rings 1994, Smith 2009).

Nykykäsityksen mukaan suun kautta annettavien elektrolyyttejä sisältävien nesteiden tulisi täyttää neljä vaatimusta: 1.) riittävä natriumpitoisuus solunulkoisen nestetilavuuden normalisoimiseksi; 2.) aineita, jotka lisäävät natriumin ja veden imeytymistä suolistosta (glukoosi, asetaatti, propionaatti, sitraatti tai glysiini); 3.) alkalisoiva tekijä, joka korjaa asidoosin (asetaatit, propionaatti, tai bikarbonaatti); ja 4.) sisältää energiaa (Constable ym. 2001).

Natriumpitoisuus

Natriumin tehtävänä suun kautta annettavassa valmisteessa on tarjota osmoottinen perusta veden imeytymiselle, sillä natriumin imeytyessä suolistosta esim. glukoosin kanssa yhteisen kotransportterin kautta vesi seuraa näitä osmoottisesti perässä. Näin

ollen natrium on tärkeä solunulkoisen nestetilavuuden määrääjä ja siten hypovolemian korjaaja (Michell 1998, Sjaastad ym. 2003).

Idealisinta natriumpitoisuutta suun kautta annettaville nesteille ei täysin tiedetä, mutta useimpien artikkeleiden mukaan pitoisuutta 90-130 mmol/l pidetään oikeanlaisena (Brooks ym. 1996, Constable ym. 2001, Constable 2003). Tätä alemmaa natriumpitoisuutta ei pidetä riittävänä korjaamaan kuivumistilaa (Brooks ym. 1996). On myös tutkittu, mikä natriumpitoisuus olisi liian korkea, mutta mitään tarkkaa tulosta tästä ei ole saatu. Yli 130 mmol/l natriumpitoisuutta ei kuitenkaan suositella, koska korkean osmolariteetin on todettu hidastavan juokсутusmahan tyhjentymistä (Sen ym. 2006, Smith 2009).

Natriumin imeytyminen suolistosta tapahtuu passiivisesti, mutta imeytymiseen vaikuttavat suuresti aktiivisen imeytymisen kautta kulkevat aineet, kuten glukoosi ja eräät aminohapot (glysiini, alaniini tai glutamiini), ja mikäli näitä aineita ei suolistossa ole, natriumia imeytyy vähän tai ei ollenkaan (Michell 1998, McClure 2001). Glukoosi-natrium-suhteeksi suositellaan 1:1–3:1 (Avery ja Snyder 1990, Constable ym. 2001). Mikäli suhde on alle 1:1, ei sillä saavuteta riittävää natriumin imeytymistä, ellei liuos sitten sisällä muita aineita tarpeeksi (esim. asetaatti, propionaatti, sitraatti). Riski osmoottiseen ripuliin ja hypernatremiaan taas kasvaa, mikäli suhde ylittää 3:1 (Michell 1998, Constable ym. 2001, McClure 2001). Korkean glukoosipitoisuuden on todettu myös hidastavan juokсутusmahan tyhjentymisnopeutta (Nouri ja Constable 2006).

Kloridipitoisuus

Vasikat menettävät ripulissa kloridia ulosteiden mukana, mutta määrä ei ole verrattavissa natriumin menetyksiin (Constable ym. 2005). Suun kautta annettavan ripulijuomavalmisteen kloridipitoisuudeksi suositellaan 40-80 mmol/l (Constable ym. 2001). Koska ripulijuomavalmisteelta suositellaan olevan korkea SID-arvo (eli alkalisoiva vaikutus), tulee tällöin käyttää mieluummin valmisteita, joissa kloridipitoisuus on lähempänä suositellun kloripitoisuuden alarajaa (Constable ym. 2005, Bachmann ym. 2009, Smith 2009).

Kaliumpitoisuus

Suosituissa kaliumpitoisuuksissa ilmeni kirjallisuudessa vaihtelua. Smith ja Berchtold (2014) suosittelivat kaliumpitoisuudeksi suun kautta annettavassa nesteessä 10-30 mmol/l, kun taas Constable ym. (2001) suosittelivat kaliumpitoisuudeksi 10-20 mmol/l. Koska kaliumia menetetään ripulissa runsaasti ulosteiden mukana, voisi korkeammasta kaliumpitoisuudesta teoreettisesti olla hyötyä kroonisesta ripulista kärsiville, joilla kaliumpitoisuus voi olla hyvinkin matala. Tästä huolimatta yli 30 mmol/l pitoisuuksia sisältäviä nesteitä ei kuitenkaan suositella annettavan, koska tutkittua tietoa sellaisen vaikutuksista ei ole (Smith 2009).

Osmolariteetti

Osmolariteetillä tarkoitetaan liuoksen osmoottisesti aktiivisten osasten pitoisuutta ilmaistuna osmoleina liuoslitraa kohti eli osm/l (MOT sanakirja). Nesteen osmolariteetti voi vaihdella isotonisesta hypertoniseen ja sitä säädelään usein glukoosin määrällä (Nouri ja Constable 2006). Normaali plasman osmolariteetti märehitjööillä on noin 306 mosm/l, joten tähän suhteutettuna isotonisten nesteiden osmolariteetti on noin 300-312 mosm/l, hypotonisten noin <300 mosm/l ja hypertonisten noin >312 mosm/l. Kun otetaan huomioon, että osmolaarisuus proksimaalisen ohutsuolen luumenissa on noin 414 mosm/l ja nukkalisäkkeiden rajapinnassa noin 600-700 mosm/l, voidaan olettaa hypertonisten liuosten olevan fysiologisesti isotonisia nesteitä parempia (Constable ym. 2001, Constable 2003,).

Glukoosin tarkoituksena suun kautta annettavassa nesteissä on paitsi tarjota energiaa, myös lisätä natriumin ja veden imeytymistä suolistosta (Constable ym. 2001). Glukoosista voi myös olla haittaa, mikäli se ei jostain syystä imeydy suolistosta normaalisti tai jos glukoosia on suun kautta annettavassa nesteessä liikaa (Michell 1998, Constable 2001). Tällöin glukoosia voi päätyä paksusuoleen, missä se fermentoituu lyhytketjuisiksi haihtuviksi rasvahapoiksi, jotka taas aiheuttavat osmoottista ripulia (Smith 2009). Siksi glukoosin ylärajana suun kautta annettavissa elektrolyyttijuomissa pidetään tutkimuksen mukaan 3,6 g/kg (Sen ym. 2006). Tässä vertailukohteena on pidetty 45kg painavaa vasikkaa, jolla on normaali suoliston liikkuvuus ja plasman glukoosipitoisuus.

Constable ym. (2001) tutkimuksen mukaan hypertonisella nesteellä saadaan kuivunut vasikka nesteytettyä nopeammin ja tehokkaammin kuin isotonisella nesteellä ja näin ollen sillä pystytään estämään paremmin lievän asidoosin kehittyminen. Lisäksi ripulista kärsivä vasikka saa hypertonisesta nesteestä enemmän energiaa kuin isotonisesta nesteestä samalla kun veren energianpuutteesta kertovien aineiden (beetahydroksibutyraatti, esteröitymättömät rasvahapot) pitoisuudet pysyvät matalina (Constable ym. 2001, Constable 2003). Hypertonista nestettä annettaessa tulee kuitenkin huomioida se, että saako vasikka suun kautta annettavan ripulijuomavalmisteen lisäksi maitoa tai maidonkorviketta. Mikäli vasikka on jo niin vanha, ettei se enää saa maitoa/maidonkorviketta tai jos vasikka ei ole juonut kunnolla 48 tunnin aikana, suositellaan näille vasikoille hypertonisia elektrolyyttinesteitä, joiden osmolariteetti on 500–600 mosm/l. Vastaavasti vasikoille, jotka edelleen saavat maitoa tai maidonkorvikkeita, suositellaan isotonisia nesteitä (280-300 mosm/l), koska nämä vasikat saavat maidosta tai maidonkorvikkeesta usein riittävän määrän energiaa (Constable 2001, Smith 2009). Hypertoniset nesteet soveltuvat siis erityisesti vakavasti kuivuneille vasikoille, joilla on vakavia happo-emäs- ja elektrolyyttitasapainon häiriöitä sekä mahdollisesti muita ongelmia, kuten septikemiaa tai pneumoniaa (McClure 2001, Nouri ja Constable 2006).

Korkean osmolariteetin ja glukoosipitoisuuden omaavilla nesteillä voi kuitenkin olla huonoja puolia, sillä niiden on todettu hidastavan juoksumahan tyhjentymisnopeutta ja täten vapaan veden, natriumin ja glukoosin päätymistä ohutsuoleen (Nouri ja Constable 2006). Sen ym. (2006) tutkimuksessa tällaisia vaikutuksia havaittiin nesteellä, jonka osmolariteetti oli >600 mosm/l ja glukoosipitoisuus >10,8%. Täten korkean osmolariteetin (>700 mosm/l) omaavia nesteitä ei suositella annettavan, koska ne hidastavat juoksumahan tyhjentymistä ja näin lisäävät riskiä puhaltumiselle ja/tai juoksumahan tulehdukselle (Smith ym. 2014).

Asidoosin korjaus

Ripuloivilla vasikoilla on lähes aina asidoosi, vaikka vasikka ei olisikaan kuivuneen näköinen (Kasari ja Naylor 1984). Siksi onkin tärkeää, että annettavan nestehoidon tulee sisältää jotain, mikä nostaa veren pH:n normaalille tasolle. Näitä aineita ovat asetaatti, bikarbonaatti, propionaatti ja sitraatti (Naylor ym. 1990, Constable ym. 2001, Naylor

ym. 2006). Näillä on toisiinsa nähden melko samanlainen teho asidoosin korjaamisessa, mutta niillä on myös eroja toistensa kanssa. Asetaatti, propionaatti ja sitraatti muun muassa toimivat alkalisoivina tekijöinä vasta, kun ne on metaboloitu bikarbonaatiksi maksassa tai muissa kudoksissa. Bikarbonaatti taas toimii suoraan alkalisoivana tekijänä (Naylor ym. 1990, Constable 2003, Constable ym. 2009). Lisäksi asetaatin ja propionaatin metabolaatiossa muodostuu niiden määrään verrattuna sama määrä bikarbonaattia, kun taas sitraatista muodostuu noin kolme kertaa enemmän bikarbonaattia (Sen ym. 2009). Sitraatin on todettu myös vähentävän *Clostridium perfringens* -bakteerin kasvua, kun sitraatin pitoisuus nesteessä on ollut 15,5 mmol/l (Skrivanova ym. 2006, Constable ym. 2009).

Koska bikarbonaatti toimii suoraan alkalisoivana tekijänä, voisi luulla, että sillä on nopeampi alkalisoiva vaikutus verrattuna esim. asetaattiin. Metabolaatiolla ei kuitenkaan ole todettu tutkimuksissa olevan suurta ajallista merkitystä veren pH:n nostamisessa (Sen ym. 2009). On myös luultu, että ripulista kärsivillä vasikoilla asetaatin ja propionaatin metabolaatiokyky olisi jotenkin heikentynyt, mutta tällaisestakaan ei ole tutkimuksissa saatu viitteitä (Naylor ja Forsyth 1986, Naylor ym. 1990, Sen ym. 2009).

Asetaatilla ja propionaatilla on kuitenkin ominaisuuksia, jotka tekevät niistä parempia kuin bikarbonaatti. Asetaatti ja propionaatti lisäävät natriumin ja glukoosin imeytymistä suolistosta, niiden metaboliassa syntyy energiaa ja ne eivät alkalisoivat juoksumahaa (Constable 2003). Asetaattia sisältävien nesteiden on myös todettu lisäävän tehokkaammin plasman tilavuutta verrattuna bikarbonaattia sisältäviin nesteisiin (Sen ym. 2009). Bikarbonaatin ja sitraatin on aiemmin todettu *in vitro* estävän tai hidastavan maidon juoksettumista, minkä takia niitä on pidetty huonoina vaihtoehtoina ripulivasikan painonkehityksen kannalta (Heath ym. 1989). Constable ym. (2009) tutkimuksessa tällaista vaikutusta ei kuitenkaan havaittu *in vivo* suun kautta annettavilla nesteillä, joiden bikarbonaattipitoisuus oli 25 mmol/l ja sitraattipitoisuus 12 mmol/l. Tätä korkeampien pitoisuuksien vaikutusta maidon juoksettumiseen ei tiedetä. Toisaalta nesteen alkalisoivaa ainesosaa ei pidetä yhtä merkittävänä vaikuttajana maidon juoksettumisaikaan kuin mitä juoksumahan pH:ta, jolla on siihen suurempi merkitys (Smith ym. 2012).

Juoksutusmahan alkalisoitumista tulisi välttää, koska pH <4 vähentää tehokkaasti elinkykyisten haitallisten bakteerien (etenkin ETEC ja Salmonella) pääytymistä ohutsuoleen (Marshall ym. 2008). pH:n noustessa arvoon 6,5-7,5 esim. liiallisen bikarbonaatin saannin seurauksena, patogeenisten bakteerien (ETEC, Salmonella) kasvu ruuansulatuskanavassa lisääntyy, mikä lisää ripulin vakavuutta, kestoa ja kuolleisuutta (Marshall ym. 2008, Smith ym. 2012). Toisaalta esimerkiksi lisäämällä suun kautta annettavaan ripulijuomavalmisteeseen lesitiinillä päällystettyä pektiinikuitua voisi mahdollisesti vähentää *E. coli*- ja *Salmonella spp.*-bakteerien lisääntymistä suolistossa. Tähän viittaavia tutkimustuloksia on ainakin saatu *in vitro* kokeissa, mutta *in vivo* saaduissa tutkimustuloksissa pektiinin merkitys esimerkiksi ripulin kestoon on jäänyt epäselväksi (Constable ym. 2009, Goodell ym. 2012).

Normaalisti plasman SID (strong ion difference eli vahva ioniero) on noin 40 mEq/l (Constable 2003) ja annettavan nesteiden SID voidaan laskea kaavalla: $[Na^+] + [K^+] - [Cl^-] = SID$. Vasikoille, jotka kärsivät ripulista, suositellaan valmistetta, jonka SID on minimissään 60-80 mEq/l (Constable 2000, Bachmann ym. 2009, Smith 2009). Jos ajatellaan esimerkiksi 40kg painavaa ripulista kärsivää vasikkaa, jonka emäsvajaus olisi noin 8 mmol/l, niin tällöin tämän vasikan bikarbonaatin tarve olisi noin $40\text{kg} \times 8\text{ mmol/l} \times 0,6 = 192\text{ mmol}$. Mikäli vasikkaa hoidettaisiin 2 litralla valmistetta, jonka SID on 80, saataisiin tällöin korjattua 160 mmol vasikan emäsvajauksesta. Mikäli valmisteen SID olisikin 30, tällöin emäsvajasta saataisiin korjattua vain 60 mmol:lla, millä ei kyseisen vasikan metabolisen asidoosin hoidon kannalta olisi minkäänlaista merkitystä (Smith 2009). Siksi ripulivasikoiden hoitoon tulisi käyttää valmisteita, joilla on korkea SID-arvo (Constable ym. 2005). Vakavasta asidoosista kärsiviä vasikoita ei kuitenkaan kannata alkaa hoitaa suun kautta annettavilla ripulijuomavalmisteilla, koska näillä vasikoilla emäsvajaus on yleensä liian korkea, jotta suun kautta annettavilla valmisteilla voitaisiin asidoosia korjata riittävän tehokkaasti (Smith 2009).

Normaali plasman bikarbonaattikonsentraatio on noin 25 mmol/l (Grove-White 2007). Pelkästään nesteyttämällä vasikkaa metabolista asidoosia ei pystytä korjaamaan, mikäli elimistön pH on alle 7,2 tai bikarbonaattikonsentraatio on alle 8 mmol/l (Grove-White 2007). Siksi annetun nesteen tulee sisältää alkalisoiva tekijä, jonka pitoisuus on suurempi kuin 25 mmol/l. Tätä alhaisempi pitoisuus vain pahentaa metabolista asidoosia laimentamalla elimistön bikarbonaattipitoisuutta (Grove-White 2007). Suun

kautta annettava elektrolyyttineste tulisikin sisältää alkalisovaa ainetta 40–80 mmol/l ja sen tulisi koostua mieluiten asetaatista ja/tai propionaatista (Constable 2003, Smith ym. 2014).

Hyvän suun kautta annettavan elektrolyyttivalmisteen ominaisuudet on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Hyvän suun kautta annettavan elektrolyyttivalmisteen ominaisuudet.

Ominaisuus	Suositus
Natriumpitoisuus	90-130 mmol/l eli 2,1-3 g/l
Kaliumpitoisuus	10-20-30 mmol/l eli 0,4-0,8-1,2 g/l
Kloridipitoisuus	40-80 mmol/l (mieluiten lähempänä asteikon alarajaa) eli 1,4-2,8 g/l
Glukoosi-natrium -suhde	1:1-3:1
Asidoosin korjaus	Asetaattia tai propionaattia 40-80 mmol/l eli 1,4-2,8 g/l
SID-arvo	Vähintään 60-80 mEq/l

2.5.2 Laskimon kautta annettavat nesteet

Yleistä

Laskimon kautta annettavat nesteet ovat indikoituja, jos vasikka on hyvin vaisu, se on alilämpöinen, kuivunut >8%, ei pysty seisomaan ja/tai sillä on huono imurefleksi (Grove-White 2007, Berchtold 2009). Nesteet tulisi antaa laskimon kautta myös silloin, jos vasikan suoliston motiliteetti on heikentynyt, koska tällöin suun kautta annettavat nesteet voivat aiheuttaa kaasuuntumista (Meganck 2014). Myös vasikan ikä tulee ottaa huomioon, sillä yli 8 päivän ikäiset vasikat kärsivät usein voimakkaammasta asidoosista kuin tätä nuoremmat (Naylor 1987), jolloin ne saattavat tarvita ensisijaisesti laskimon kautta tapahtuvaa nesteystystä.

Laskimon kautta annettavat nesteet jaotellaan joko krystalloideihin tai kolloideihin riippuen niiden osmolariteetista. Laskimon kautta annosteltavien nesteiden tulee olla

osmolariteetiltään joko iso- tai hypertonisia. Hypotoniset nesteet eivät sovellu laskimon kautta annettaviksi, sillä ne aiheuttavat hemolyysiä (Radostits ym. 2007).

Krystalloideja ovat mm. Ringer, Ringer laktaatti/asetatti, 0,9 % natriumkloridi, 7,2 % natriumkloridi, 1,3 % natriumbikarbonaatti, 8 % natriumbikarbonaatti, kalsiumglukonaatti ja 50 % dekstroosi. Kolloidisia nesteitä taas ovat mm. kokoveri ja plasma. Ero näiden toiminnassa on se, että kolloidit eivät kykene läpäisemään solukalvoa, joten ne lisäävät tehokkaasti plasman tilavuutta (Constable 2003, Radostits ym. 2007).

Natriumia sisältävät nesteet ovat aina indikoituja tapauksissa, joissa on merkkejä hypovolemiasta (Radostits ym. 2007). Isotonisen nesteen (n. 300 mosm/l) tulee sisältää vähintään 140 mEq/l pitoisuus natriumia, jotta sillä saadaan aikaiseksi riittävä solunulkoisen nestetilavuuden nousu. Tätä pienemmällä natriumpitoisuudella ei saada nesteytettyä kuivunutta vasikkaa riittävän tehokkaasti (Grove-White 2007, Berchtold 2009). Natriumia sisältävistä nesteistä tulee kuitenkin muistaa, että ne eivät sovellu sydänvikaisille ja/tai hypoalbuminemiasta kärsiville (Radostits ym. 2007).

Ripuloivilla vasikoilla voidaan katsoa olevan metabolinen asidoosi, jolloin niiden plasman SID on alle 40 mEq/l (Constable 2003, Naylor ym. 2006). Siksi suonen kautta annettavia nesteitä, jotka eivät sisällä alkalisovaa tekijää (esim. fysiologinen suolaliuos, Ringer), tulee antaa ripuloiville vasikoille ainoana nesteenä harkiten. Tämä myös siksi, että kyseisillä nesteillä SID on lähellä 0 mEq/l, jolloin niillä on lievä happamoittava vaikutus (Constable 2003, Müller ym. 2012). Fysiologista suolaliuosta voi tosin käyttää kuivuneille vasikoille nestetasapainon korjaamiseen, jos nestehoitoon sisällyttää alkalisovaa tekijää sisältävän valmisteen. Aikuisille märehitijöillekin fysiologinen suolaliuos soveltuu huonosti, sillä sairastaessaan ne ovat usein hypokalsemia ja hypokalemia (Radostits ym. 2007).

Ringer-laktaatti

Ringerin laktaatti on laktaattia sisältävä isotoninen neste. Jotta laktaattilla olisi alkalisovaa vaikutusta, tulee se ensin metaboloitua bikarbonaatiksi (Radostits ym. 2007). Koska ripulista kärsivillä vasikoilla saattaa olla kohonnut laktaattipitoisuus veressä, ei Ringerin laktaattia suositella annettavan lisäämään tätä kuormaa. Lisäksi

laktaatin metabolia saattaa olla vakavasti kuivuneilla heikentynyt (Constable 2003). Laktaatti on myös raseemisten L- ja D-laktaatin seos, mikä voi johtaa asidoosin pahentumiseen, kun tiedetään D-laktaatin merkitys asidoosin synnyssä (Lorenz 2007, Radostits ym. 2007). Ringerin laktaattia ei siis suositella vasikoille, joiden veren pH on alle 7,2 eikä muutenkaan ripuloivien vasikoiden hoitoon (Berchtold 2009).

Ringer-asettaatti

Ringerin asetaatti sisältää alkalisoina tekijänä asetaattia. Samoin kuin laktaatti, asetaattikin tulee metaboloida ensin bikarbonaatiksi, jotta sillä on alkalisoina vaikutusta elimistössä (Constable 2003). Asetaatin alkalisoina ominaisuuksia pidetään aikalailla samanlaisina kuin laktaatin, mutta asetaatin metabolia tapahtuu laktaattia nopeammin, jolloin se nostaa veren pH:ta nopeammin (Naylor ja Forsyth 1986). Koska asetaattia pidetään vahvana anionina, se kasvattaa nesteen SID-arvoa. Näin ollen Ringerin asetaattia pidetään alkalisoina nesteinä ja se soveltuu ripulivasikoiden hoitoon (Radostits ym. 2007). Asetaatti ei myöskään pahenna D ja L-laktaatista johtuvaa metabolista asidoosia. Ringerin asetaatti soveltuu sellaisten vasikoiden hoitoon, jotka kärsivät lievästä asidoosista eli joiden pH on $>7,2$ ja emäsvaje <10 mEq/l (Berchtold 2009).

Isotoninen natriumbikarbonaatti (1,3%)

Natriumbikarbonaattia pidetään voimakkaana alkalisoina, koska sitä ei tarvitse ensin metaboloida toimiakseen (Radostits ym. 2007). Lisäksi bikarbonaatti puskuroi suoraan vetyioneita ja nostaa SID-arvoa. Siksi natriumbikarbonaattia suositellaankin annettavan vakavasta asidoosista kärsiville, joilla veren pH on $<7,2$ (Constable 2003, Radostits ym. 2007). Isotoninen natriumbikarbonaatti soveltuu etenkin lievästä/keskinkertaisesta asidoosista kärsiville vasikoille (Grove-White 2007).

Hypertoninen natriumbikarbonaatti (8,4%)

Hypertoninen natriumbikarbonaatti on hyvä varsinkin vakavasta metabolisesta asidoosista kärsiville, koska sen avulla saadaan aikaan nopea alkalisatio (Koch ja Kaske 2008). Trefz ym. (2015) tutkimuksen mukaan hypertoninen natriumbikarbonaatti

yhdistettynä sitä seuraavan isotonisen nesteen antoon olisi paras myös niiden kuivuneiden ripulivasikoiden hoitoon, joilla on kliinisiä hyperkalemian oireita. Hypertonisella natriumbikarbonaatilla voi tosin olla mahdollisia sivuvaikutuksia, joihin kuuluu solunulkoisen nesteen hyperosmolariteetti, hypokalemia, hypernatremia, hypokalsemia sekä paradoksinen solunulkoisen ja aivo-selkäydinnesteen asidoosi (Berchtold 2009). Koska hypertonisen natriumbikarbonaatin antaminen laskimon kautta nostaa veren natriumpitoisuutta samoin kuin hypertoninen suolaliuos, ei kumpaakaan valmistetta suositella annettavan vasikoille, jotka kärsivät hypernatremiasta. Samoin hypertonista natriumbikarbonaattia ei myöskään suositella annettavaksi ripulivasikoille, joilla on jokin hengitystiesairaus, koska näiden hiilidioksidinpoistokyky saattaa olla heikentynyt (Koch ja Koske 2008).

Hypertoninen natriumkloridi (7,2%)

Hypertoninen suolaliuos on indikoitu varsinkin vasikoille, jotka ovat todella kuivuneita. Hypertoninen suolaliuos lisää nopeasti plasmatilavuutta, mutta se ei kuitenkaan korjaa asidoosia (Radostis ym. 2007). Samoin kuin fysiologisen suolaliuoksen, myös hypertonisen natriumkloridin SID on 0 mEq/l eli sillä on hyvin lievä happamoittava vaikutus. Siksi ripulivasikoilla hypertonisen suolaliuoksen antaminen tulee aina kombinoida joko suonen tai suun kautta annettavaa nesteeseen, jossa on mukana alkalisoiva tekijä (Constable 2003, Koch ja Koske 2008). Hypertoninen suolaliuos saattaa kuitenkin olla sopiva kahdessa tapauksessa: 1.) alle viikon ikäisille vasikoille, joilla metabolinen asidoosi on lievä sekä 2.) vasikoille, joilla on jokin hengitystiesairaus, minkä johdosta niiden hiilidioksidinpoistokyky saattaa olla heikentynyt (Koch ja Kaske 2008).

Glukoosia sisältävät nesteet

Glukoosia sisältävät nesteet soveltuvat vain hypotermisille vastasyntyneille sekä sepsisvasikoille (Utriainen 2010), sillä ripulivasikoilla hypoglykemiaa tavataan usein vasta taudin terminaalivaiheessa (Kasari ja Naylor 1984). Akuutissa taudin vaiheessa glukoosipitoisen nesteen annon on myös todettu vähentävän maidonjuontia, joten näille vasikoille glukoosipitoisten nesteiden antoa tulee harkita tarkoin (Berchtold 2009).

2.5.2 Muu hoito

Nesteytyksen lisäksi ripulista kärsivä vasikka tarvitsee yleensä myös muuta hoitoa. Tämän muun hoidon tavoitteena on hoitaa tai estää gram-negatiivisten bakteerien aiheuttamaa bakteremiaa ja septikemiaa, vähentää koliformisten bakteerien määrää proksimaalisessa ohutsuolessa ja juoksutusmahassa, lisätä epäspesifistä resistenssiä, tarjota energiaa sekä huolehtia kivunhoidosta ja vasikan stressin lieventämisestä (Constable 2009).

Ripulista kärsivillä vasikoilla on melkein aina koliformien liikakasvu ohutsuolessa riippumatta siitä, mikä on ripulin aiheuttaja. Tämä johtuu yleensä muuttuneesta suoliston toiminnasta, sen vaurioista sekä herkkyydestä bakteremialle. Bakteremian riski kasvaa, mikäli vasikan passiivisessa kuljetuksessa on häiriöitä tai jos vasikka on alle 5 viiden päivän ikäinen (Constable 2004). *E. coli* on bakteremian aiheuttajana 20-30 % tapauksista, joissa ripulista kärsivä vasikka on systeemisesti sairas. Näiden syiden takia ripulivasikan hoitoon valitun antibiootin tulisi kohdistua juuri *E. coli*-bakteeria vastaan estämällä sen liikakasvu suolistossa sekä esiintyminen veressä (bakteremia) (Constable 2009). Suomessa Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran laatimissa mikrobilääkkeiden käyttösuosituksissa (2009) ensisijainen antibiootti vasikoiden ripuleiden hoitoon on trimetopriimi-sulfonamidit ja toissijaisesti fluorokinolonit. ETUn (2010) ohjeissa trimetopriimi-sulfonamidin annokseksi suositellaan 30 mg/kg kolmen päivän ajan. Constablen (2009) yhteenvedossa ensisijaiset suositellut antibiootit olivat amoksisilliini tai ampisilliini (10 mg/kg im 12 tunnin välein), potentoidut sulfonamidit (25 mg/kg iv/im 24 tunnin välein) tai amoksisilliiniriidraatti suun kautta (10 mg/kg 12 tunnin välein) joko yksinään tai yhdistettynä klavulaanihappoon (12,5 mg yhdistettä/kg 12 tunnin välein). Toissijaisina antibiootteina ripulin hoitoon samaisessa yhteenvedossa olivat kolmannen ja neljännen polven kefalosporiinit sekä fluorokinolonit.

Constablelta vuonna 2009 ilmestyneessä yhteenvedossa antibioottia suositeltiin annettavaksi kaikille ripulista kärsiville vasikoille, joilla ilmenee yleisoireita eli ne ovat vaisuja, kuivuneita, eivät syö tai niillä on kuumetta. Samaisessa yhteenvedossa antibioottia suositeltiin myös jos ulosteessa ilmenee verta tai limakalvon palasia, koska ne ovat merkkejä suoliston suojausmekanismin pettämisestä, mikä taas altistaa vasikkaa

bakteremialle. Vastaavasti mikäli vasikka on virkeä, normaalilämpöinen, se syö ja sillä ei ole muita tulehduksen (pneumonia, napatulehdus) merkkejä, ei antibiootin antoa suositella. Näille vasikoille eristys ja muu tukihoito on useimmiten riittävä (Constable 2009).

Ripuliin voi liittyä vatsakipuja sekä -kramppeja. Siksi ajatellaankin, että kipulääkitys ripulin yhteydessä voisi olla vasikan kannalta hyödyllistä. Kivun lieventämisen lisäksi tulehduskipulääkkeillä pyritään myös vähentämään ruuansulatuskanavan tulehdustilaa sekä vähentämään bakteremian ja septikemian vaikutuksia (Constable 2009).

Kipulääkityksen merkitystä ripulin yhteydessä korostaa Philipp ym. (2003) tutkimuksen tulokset, joissa havaittiin meloksikaamin (0,5 mg/kg) vaikuttavan positiivisesti ripulivasikan ruumiinlämpöön, yleiseen olotilaan, ruokahaluun, kipuun ja ulosteen konsistenssiin. Tästä syystä kipulääkitystä suositellaankin systemisesti sairaiden ripulista kärsivien vasikoiden kohdalla. Käytettävänä kipulääkkeinä suositellaan ensisijaisesti joko meloksikaamia (0,5 mg/kg) tai fluniksiinmeglumiinia (2,2 mg/kg). Ketoprofeenia taas pidetään toissijaisena kipulääkkeenä vasikkaripuleiden hoidossa (Constable 2009).

Antibiootin ja kipulääkityksen ohella on tärkeää huolehtia vasikan maitojuoton jatkamisesta sekä hyvistä olosuhteista. Maidosta vasikka saa ravintoaineita suoliston vaurioiden korjaamiseksi sekä energiaa. Maitojuoton on lisäksi todettu vähentävän ripulivasikan riskiä sairastua bakteremiaan (Constable 2004). B-vitamiinilla ja rasvaliukoisilla vitamiineilla voi lisäksi olla hyötyä kroonisesta ripulista kärsiville, vaikkakaan mitään tarkkaa tutkimustietoa tästä ei vielä ole (Constable 2009).

Probioottien, hiilen, pektiinin tai kaoliinin antoa ripulista kärsiville vasikoille ei suositella, koska joko niiden annosta ei ole todettu olevan mitään hyötyä tai niiden osalta tutkimustieto puuttuu, ja lisäksi joidenkin niiden käytön (esim. hiilen) on jopa todettu olevan vasikalle haitallista (Constable 2009).

2.6. Nestehukan ja asidoosin korjaaminen käytännössä

Jotta nestehukka ja asidoosi voitaisiin korjata, tulee huomioida vasikan yleistila, kuivumisaste sekä sen ikä. Mikäli vasikalla on jonkinlainen imurefleksi, se kykenee seisomaan ja/tai se ei ole kuivunut >8%, voidaan nesteytys toteuttaa suun kautta

(Grove-White 2007). Ripulivasikkaa hoidettaessa tulee aina huomioida sekä ylläpitoon tarvittava nestemäärä (80 ml/kg/vrk) että ripuloinnin kautta menetettävät nesteet (40 ml/kg/vrk). Kuivumisasteen ja korvattavan nesteen määrän arvioimiseksi voidaan käyttää seuraavia kaavoja (Utriainen 2010):

- Kuivumisaste % = silmämunan painuminen mm x 1,7 (vain akuutteihin tapauksiin)
- Korvattavan nesteen määrä (l) = kuivumisaste (%) x vasikan paino (kg)

Edellä mainittujen arvojen ja kaavojen perusteella nestetarpeet 50 kilooselle vasikalle vuorokauden aikana kahdessa eri esimerkkitalanteessa olisivat seuraavan taulukon 5 mukaiset. Arvioidessa menetysten määrää tulee ripulin kautta menetettävää nestemäärää arvioida myös silmämääräisesti, sillä aina ripulissa nestemenetykset eivät ole suuria.

Taulukko 5. 50 kg painoisen vasikan vuorokauden nestetarve kahdessa eri tilanteessa.

	Ei kliinisiä kuivumisen merkkejä (lievä ripuli)	Kuivumisaste 10 % (voimakas ripuli)
Korvattava nestemäärä (l)	0	5
Menetykset (l)	2	>2
Ylläpito (l)	4	4
Vuorokauden nestetarve (l)	6	11

Mitään ideaalisinta annoskokoa suun kautta annettaville nesteille ei ole määritetty, mutta maksimiannoksena 50 kg painavalle vasikalle pidetään 8 litraa vuorokaudessa, joka tulisi antaa vähintään neljässä erässä (Naylor ym. 2006). Koska vakavammasta nestehukasta kärsivien vasikoiden vuorokauden nestetarve ylittää usein tuon 8 litraa, kannattaa osa nesteistä antaa laskimon kautta. Laskimon kautta annostelemalla saadaan myös nopeammin korjattua mahdollista hypovolemiata kuin antamalla nesteet suun kautta, jolloin imeytyminen on hitaampaa (Radostits ym. 2007).

Laskimon kautta annettaville isotonisille nesteille antonopeus on maksimissaan 80 ml/kg/h eli 4 l/h 50 kg painoiselle vasikalle. Usein antonopeudeksi suositellaan aluksi 30-50 ml/kg/h, koska tällä ehkäistään ylinesteytystä ja keuhkoödeemaa (Smith ja

Berchtold 2014). Kentälle soveltuvin vaihtoehto on kuitenkin antaa alkalisoivaa nestettä ensin nopeasti laskimon kautta (esim. 1-2 litraa tunnissa), jonka jälkeen nesteytystä voidaan jatkaa joko suun tai laskimon kautta riippuen vasikan vasteesta hoitoon. Tämä toimintatapa soveltuu etenkin vasikoille, jotka ovat kuivuneita tai hyvin vaisuja (Berchtold 2009). Hyvin sairaiden vasikoiden kohdalla on usein tarvetta annostella hypertonisia nesteitä, joiden annostelu voidaan suorittaa nopeudella 1 ml/kg/min. Mikäli nesteitä päätyy annostelemaan nopealla vauhdilla, tulee vasikan tilaa seurata tarkoin, jottei ylinesteytymistä pääse tapahtumaan (Constable 2003).

Usein bikarbonaatin tarvetta on hankala arvioida kentällä, koska verinäytetuloksia ei ole saatavilla. Bikarbonaatin tarve voidaan kuitenkin arvioida karkeasti seuraavan kaavan avulla: Bikarbonaatin tarve (mEq) = emäsvajaus (mEq/l) x 0,5 x vasikan paino (kg) (Berchtold 2009). Emäsvajeen suuruus vaihtelee kliinisten oireiden ja iän mukaan ja sitä voidaan arvioida taulukon 3 mukaisesti (Naylor ym. 2006). Yli 8 päivän ikäiset vasikat muun muassa kärsivät usein voimakkaammasta asidoosista kuin tätä nuoremmat, jolloin ne suuremmalla todennäköisyydellä tarvitsevat laskimon kautta tapahtuvaa nesteytystä (Naylor 1987).

Alla olevaan taulukkoon 6 on koottu asidoosin korjaamiseksi annosteluohjeet iso- ja hypertoniselle natriumbikarbonaatille riippuen vasikan kliinisistä asidoosin oireista. Seisoville ja hyvän imurefleksin omaaville vasikoille ei useinkaan ole tarvetta annostella nesteitä laskimon kautta, vaan asidoosi saadaan korjattua pelkästään suun kautta annettavilla nesteillä (Utriainen 2010). Lisäksi hypertonisten nesteiden kanssa tulee taas aina muistaa, että vasikalle annetaan kyseisen nesteen jälkeen isotonista nestettä joko suun tai laskimon kautta (Constable 2003).

Annosteltaessa vasikalle nesteitä laskimon kautta on tärkeää seurata vasikan tilan kehittymistä sen jälkeen. Mikäli vasikka virtsaa 30-60 minuutin kuluttua laskimon kautta annettujen nesteiden jälkeen ja sen vireystila ja imurefleksi kohentuvat, nesteen annolla on saatu vaste hoitoon ja vasikan tulisi tällöin nousta parin tunnin kuluessa. Mikäli vasikan imurefleksi ei kuitenkaan kohene, taustalla saattaa olla jokin muu syy, kuten septikemia, keuhko- tai napatulehdus (Smith ja Berchtold 2014).

Taulukko 6. Annosteluohjeet isotoniselle ja hypertonisille nesteille. (Utriainen 2010)

Kliiniset asidoosin oireet	Isotoninen natrium-bikarbonaatti (1,4%), ml/kg	Hypertoninen natriumbikarbonaatti (5%), ml/kg	Hypertoninen natriumbikarbonaatti (7,5%), ml/kg
Seisoo, hyvä imurefleksi	20	6	4
Seisoo heikosti, heikko imurefleksi	33	9	6
Makaa rintansa päällä, ei ime, heikko	50	13	9
Makaa kyljellään	60	17	11

3 TUTKIMUKSELLINEN OSA

3.1 Aineisto ja menetelmät

Aineistoksi erilaisten suun kautta annettavien elektrolyyttivalmisteiden vertailuun löysin seuraavat 11 Suomessa saatavilla olevaa vasikoiden ripulin hoitoon tarkoitettua valmistetta: Nutrisal Plus, Benfital Plus, Energaid, Startti Vasikkasuola, Milka Vasikkasuola, Biolyt, Biolyt Forte, Hivepect Pro, Maltolyt, Maltolyt Forte ja Hydrafeed. Eri valmisteiden vertailuun käytin kriteereinä valmisteen natrium-, kalium- ja kloripitoisuutta, vahvaa ionieroa (SID), metabolisen asidoosin korjaamiseen tarkoitettua ainesosaa ja sen määrää sekä glukoosin ja natriumin imeytymistä edistävien ainesosien määrää. Kaikille valmisteille ei ollut saatavilla tarkkoja pitoisuuksia ja määriä edellä mainituille kriteereille suoraan ainesosaluetteloissa, joten suurimmassa osassa valmisteista kyseiset pitoisuudet on laskettu itse kerätyistä lukuarvoista vastaamaan valmistajan käyttöohjeen mukaan tehtyä liuosta. Valmisteet, joissa pitoisuudet oli saatavilla suoraan ainesosaluetteloista, olivat Benfital Plus, Energaid ja Hydrafeed. Biolyt ja Biolyt Forten kohdalla havaitsin kyseisten tuotteiden olevan koostumuksiltaan samanlaisia elektrolyyttipitoisuuksiensa suhteen. Näillä oli erona vain valmisteen olomuoto, sillä Biolyt on nestemäinen ja Biolyt Forte jauhemainen valmiste.

3.2 Tulokset

3.2.1 Natriumpitoisuus

Valittujen ripulijuomavalmisteiden natriumpitoisuudet vaihtelivat välillä 20-133 mmol/l. Suositeltuihin raja-arvoihin verraten kahdeksan tuotteen (Nutrisal Plus, Biolyt, Biolyt Forte, Startti Vasikkasuola, Milka Vasikkasuola, Hivepect, Maltolyt, Maltolyt Forte) natriumpitoisuus alitti suositellun alarajan, osalla reilustikin. Kahdella tuotteella (Benfital Plus ja Hydrafeed) natriumpitoisuus oli suositelluissa viiterajoissa ja yhdellä valmisteella (Energaid) natriumpitoisuus ylitti lievästi suositellun ylärajan.

3.2.2 Kaliumpitoisuus

Vertailtavien valmisteiden kaliumpitoisuus vaihteli välillä 0,6-27 mmol/l. Yhdellä tuotteella kaliumpitoisuus alitti suositellun alarajan (Hivepect Pro). Kahdeksalla valmisteella kaliumpitoisuus oli välillä 10-20 mmol/l ja kahdella valmisteella (Biolyt ja Biolyt Forte) kaliumpitoisuus ylitti Constable ym. (2001) asettaman ylärajan 20 mmol/l. Yhdenkään valmisteen kaliumpitoisuus ei ylittänyt Smith ja Berchtoldin (2014) asettamaa kaliumin ylärajaa 30 mmol/l.

3.2.3 Kloridipitoisuus

Valmisteiden kloridipitoisuus vaihteli välillä 21-61 mmol/l. Kahdella tuotteella (Nutrisal Plus, Hivepect Pro) kloridipitoisuus alitti suositellun alarajan ja muilla tuotteilla pitoisuus oli annetuissa rajoissa (Benfital Plus, Energaid, Milka Vasikkasuola, Startti Vasikkasuola, Biolyt, Biolyt Forte, Maltolyt, Maltolyt Forte ja Hydrafeed). Yhdenkään valmisteen kloridipitoisuus ei ylittänyt suositeltua ylärajaa.

3.2.4 Metabolisen asidoosin korjaaminen

Vertailtavista valmisteista kymmenen sisälsi bikarbonaattia ja näistä yhdeksässä valmisteessa bikarbonaatti toimi ainoana alkalisoivana tekijänä (Nutrisal Plus, Startti Vasikkasuola, Milka Vasikkasuola, Biolyt, Biolyt Forte, Hivepect Pro, Maltolyt, Maltolyt Forte ja Hydrafeed). Yksi tuote sisälsi bikarbonaatin lisäksi asetaattia ja

sitraattia (Benfital Plus) ja yksi tuote sisälsi vain propionaattia, asetaattia ja sitraattia (Energaid). Näin ollen Energaid oli valmisteista ainoa, joka ei sisältänyt lainkaan bikarbonaattia.

Suosittelujen alkalisoivan ainesosan määriin verrattuna neljä valmistetta sisälsivät alkalisoivaa ainesosaa liian vähän (Nutrisal Plus, Hivepect Pro, Maltolyt ja Maltolyt Forte), kolmessa valmisteessa sitä/niitä oli suositusten mukaisesti (Benfital Plus, Energaid ja Hydrafeed) ja neljästä tuotteesta alkalisoivan ainesosan määrää ei ollut saatavilla (Startti Vasikkasuola, Milka Vasikkasuola, Biolyt ja Biolyt Forte).

Vertailtaessa eri elektrolyyttivalmisteiden alkalisoitokykyä, vertailin niiden SID-arvoa (strong ion difference eli vahva ioniero) toisiinsa. Vain kahdella valmisteella (Energaid ja Hydrafeed) SID-arvo oli suositusten mukaisesti korkea, jolloin niillä on tehokas alkalisoitokyky. Kaikilla muilla valmisteilla SID-arvo poikkesi enemmän tai vähemmän suositelluista vähimmäisarvoista, osalla hyvin reilustikin kuten esimerkiksi Hivepect Prolla ja Nutrisal Plussalla.

3.2.5 Natriumin ja veden imeytymistä edistävät aineet ja niiden määrä

Glukoosi, aminohapot (alaniini, glysiini ja glutamiini) ja alkalisoivista tekijöistä asetaatti, propionaatti ja sitraatti edistävät natriumin ja veden imeytymistä suolistosta (Smith 2009, Constable 2003). Vertailtaessa valmisteiden glukoosi-natrium –suhdetta, saatiin osalle niistä seuraavanlaiset tulokset: Nutrisal Plus 4:1, Benfital Plus 1,8:1, Energaid 2,8:1, Startti Vasikkasuola 1:1,4, Hivepect Pro 1,2:1, Maltolyt 2,1:1 ja Maltolyt Forte 1,7:1. Startti Vasikkasuolan, Hivepect Pron, Maltolytin ja Maltolyt Forten kohdalla oletin, että ainesosaluettelon sokereiden osuus käsitti juuri glukoosin määrän. Kaikilla muilla paitsi Nutrisal Plussalla glukoosi-natrium -suhde oli suositelluissa viiterajoissa. Neljälle tuotteelle glukoosi-natrium –suhdetta ei pystytty laskemaan, koska glukoosin määrälle ei oltu annettu lukuarvoa (Milka Vasikkasuola, Biolyt, Biolyt Forte ja Hydrafeed).

Kaksi tuotetta sisälsi myös glysiiniä (Benfital Plus ja Hydrafeed) ja kaksi valmistetta sisälsi asetaattia, propionaattia ja/tai sitraattia edellisen metabolisen asidoosin

korjaamista käsittelevän kappaleen mukaisesti. Yksi tuotteista (Hydrafeed) sisälsi glukoosin laktoosin muodossa, joka siis muodostuu galaktoosista ja glukoosista.

3.2.6 Muita huomioita

Lisäksi kaksi valmistetta sisälsi pektiiniä sekä hiivan ainesosia (Hivepect Pro ja Benfital Plus). Kaikki saadut tulokset on koottu taulukkoon 7.

Taulukko 7. Suomessa saatavilla olevat suun kautta annettavat ripulijuomavalmisteet ja niiden vertailu. * = saatu arvo suositelluissa raja-arvoissa

Valmisteen nimi	Na (mmol/l)	K (mmol/l)	Cl (mmol/l)	SID	Alkalisoiiva tekijä (mmol/l)	Na ja veden imeytymistä edistävät aineet (mmol/l)	Valmistaja/myyjä
Suosittelut raja-arvot	90-130	10-20 ja 10-30	40-80	väh. 60-80	Asetaatti/ propionaatti yhteensä 40-80	Glukoosi, aminohapot, sitraatti, asetaatti, propionaatti	
Nutrisal Plus	20	11 *	21	10	Bikarbonaatti (10)	Glukoosi (83)	Orion Pharma
Benfital Plus	90 *	15 *	55 *	50	Bikarbonaatti (25), asetaatti (12), sitraatti (12) *	Glukoosi (161) *, glysiini (7), asetaatti, sitraatti	Vetcare, Boehringer Ingelheim
Energaid	133	20 *	60 *	93 *	Asetaatti (33), propionaatti (10), sitraatti (16,54) *	Glukoosi (dekstroosi 375)*, asetaatti, propionaatti, sitraatti	Vetmedic
Startti Vasikkasuola	75	20 *	57 *	38	Bikarbonaatti	Glukoosi (106) *	Valio
Milka Vasikkasuola	56	13 *	42 *	27	Bikarbonaatti	Glukoosi	Biofarm
Biolyt ja Biolyt Forte	78	21 *	55 *	44	Bikarbonaatti	Glukoosi	Biofarm
Hivepect Pro	37	0,6	27	10,6	Bikarbonaatti (19)	Glukoosi (48) *	Vilomix Finland Oy
Maltolyt	52	18 *	44 *	26	Bikarbonaatti (25)	Glukoosi (107) *	Vilomix Finland Oy
Maltolyt Forte	68	18 *	61 *	25	Bikarbonaatti (25)	Glukoosi (117) *	Vilomix Finland Oy
Hydrafeed	110 *	10 *	41 *	79 *	Bikarbonaatti (80) *	Glysiini (104), laktoosi (91)	Bionagro

3.3 Pohdinta

Vasikkaripulit ovat hengitystiesairauksien ohella vasikoiden yleisimpiä sairauksia Suomessa ja maailmalla (Radostits ym. 2007). Niiden taloudellinen merkitys on tilalle suuri, sillä ne aiheuttavat hidastunutta kasvua, lisääntyneitä kustannuksia ja jopa vasikoiden kuolemia. Ripuli aiheuttaa vasikoilla elektrolyyttitasapainon häiriöitä, negatiivista energiatasapainoa sekä metabolista asidoosia. Nämä saadaan usein korjattua oikeanlaisella ja oikein suoritettulla nesteytyksellä, mikä annetaan joko suun kautta ja/tai laskimon kautta (Radostits ym. 2007, Smith ja Berchtold 2014).

Useimmissa vasikkaripulitapauksissa hoidon perustana on suun kautta tapahtuva nestehoito, sillä kyseinen nestehoito on helppo ja halpa tapa hoitaa ripuloivaa vasikkaa verrattuna laskimon kautta tapahtuvaan nesteytykseen. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli selvittää, millaisia ominaisuuksia hyvällä suun kautta annettavalla elektrolyyttivalmisteella tulisi olla ja miten Suomessa tähän käyttöön tarkoitetut valmisteet soveltuvat. Kirjallisuuskatsauksessa kävin läpi myös erilaisia laskimon kautta tapahtuvia nesteytystapoja ja -valmisteita, sillä joissain tapauksissa suun kautta tapahtuva nesteytys ei ole indikoitua/turvallista tai se ei ole riittävää vasikan hoidon kannalta. Kirjallisuuskatsaus piti sisällään myös nestetasapainon ja metabolisen asidoosin korjaamisen toteuttamiseen käytännön ohjeita.

Vertailuun valitsin sellaisia suun kautta annettavia elektrolyyttivalmisteita, jotka ovat yleisimmässä käytössä Suomessa ja jotka ovat tulleet vastaan kentällä. Eri valmisteiden vertailua kirjallisuuteen hankaloitti se, että kaikista valmisteista ei ollut saatavilla tärkeimpien elektrolyyttien ja muiden ainesosien tarkkoja pitoisuuksia, jolloin ne piti itse laskea ainesosaluetteloista ja muualta kerätyistä lukuarvoista vastaamaan valmisteiden käyttöohjeen mukaan tehtyä nesteen pitoisuutta. Tämän takia joidenkin valmisteiden saadut arvot saattavat poiketa todellisista arvoista. Jokaiseen valittuun valmisteeseen ei myöskään ollut saatavilla kaikkia haluttuja tietoja, joten näiden valmisteiden soveltuvuutta vasikkaripuleiden hoitoon ei voitu kunnolla selvittää. Koska hyvä elektrolyyttivalmiste on oleellinen kuivumisen ja metabolisen asidoosin korjaamisessa, olisi tärkeää, että kyseisten valmisteiden tuoteselosteissa ilmenisi selkeästi tärkeimpien elektrolyyttien, alkalisoivien ainesosien sekä glukoosin

pitoisuudet. Näillä seikoilla on suuri merkitys vertailun tekemiseen, mikä varmasti myös vaikuttaa hyvän valmisteiden valintaan eläinlääkäreiden ja tilallisten toimesta.

Vertailtaessa eri elektrolyyttivalmisteita ilmeni niiden välillä suuriakin vaihteluita. Yllättävää oli se, kuinka paljon vertailun perusteella parhaimpien joukkoon kuuluvat valmisteet (Energaid, Benfital Plus ja Hydrafeed) erosivat ns. heikommista valmisteista (Nutrisal Plus, Hivepect Pro). Osa valmisteista jopa osoittautui kirjallisuuden suosituksiin verraten huonoiksi vaihtoehtoisiksi vasikkaripuleiden hoitoon ja osa taas vastasi melkein kokonaisuudessaan kirjallisuuden esittämiä suosituksia. Tämä oli hyvin mielenkiintoinen seikka ja se herättääkin kysymyksen tuotekehittelyn ja elektrolyyttivalmisteiden ns. päivityksen tarpeesta, jotta useampi kuin muutama valmiste vastaisi kirjallisuudessa annettuja hyvän elektrolyyttivalmisteiden normeja.

Eniten tuloksissa ilmeni vaihtelua natriumpitoisuuden ja alkalisovien ainesosien ja niiden määrän suhteen. Natriumpitoisuuden suhteen ihmetytti, että muutamalla valmisteella tämä pitoisuus oli selkeästi alle suositellun alarajan 90 mmol/l. Kun otetaan huomioon, että tätä alemmalla natriumpitoisuudella ei pystytä korjaamaan riittävän tehokkaasti vasikan kuivumistilaa (Brooks ym. 1996), voisi siis olettaa, että tämän pitoisuuden alittavat elektrolyyttivalmisteet eivät sovellu kuivuneiden vasikoiden hoitoon. Yhdellä tuotteella tosin natriumpitoisuus ylitti suositellun ylärajan 130 mmol/l, joka kirjallisuuden mukaan voisi mahdollisesti hidastaa juoksumahan tyhjentymistä (Sen ym. 2006, Smith 2009). Toisaalta, koska ylitys oli hyvin lievä, niin tämän merkitys elektrolyyttivalmisteiden soveltuvuudelle jää hieman epäselväksi.

Huomionarvoista alkalisovista tekijöistä oli se, kuinka harvassa valmisteissa alkalisovana ainesosana toimi jokin muu kuin pelkkä bikarbonaatti. Tämä on hyvin yllättävää, kun otetaan huomioon, että esimerkiksi asetaatilla ja propionaatilla on monia ominaisuuksia, jotka tekevät niistä parempia verrattuna bikarbonaattiin (Marshall 2008, Smith ym. 2014). Osassa valmisteista myös alkalisovien ainesosien määrä oli selkeästi alle suositeltujen määrien, joten näillä valmisteilla ei pystytä korjaamaan ripuloivien vasikoiden metabolista asidoosia riittävän tehokkaasti.

Hyvältä suun kautta annettavalta elektrolyyttivalmisteelta edellytetään mahdollisimman korkeaa SID-arvoa (Constable ym. 2005). Osalla valmisteista niiden SID-arvo oli pieni,

mikä tarkoittaa, että näillä valmisteilla voi pikemminkin olla happamoittava vaikutus, mikä on ristiriidassa sen suhteen, että suun kautta annettavalla nesteellä pyritään kuitenkin ripulista kärsivän vasikan alkalisointiin. Tämä on hyvin yllättävää, kun otetaan huomioon, että kyseisiä tuotteita kuitenkin kaupataan ripuloivien vasikoiden kuivumisen ja elektrolyyttitasapainohäiriöiden korjaamiseen.

Selvittäessäni hyvän suun kautta annettavan elektrolyyttivalmisteen ominaisuuksia havaitsin tiedon puutetta etenkin sitraatin kohdalla. Sitraatin alkalisointikykyä ei ole paljoa tutkittu ja ne tutkimukset, jotka ovat tutkineet sitraattia, ovat käsitelleet sen vaikutuksia maidon hyytymisaikaan sekä *Clostridium perfringens* –bakteerin kasvun estoon (Skrivanova ym. 2006, Constable ym. 2009). Tehtyjen tutkimuksien vähyys johtuu ehkä siitä, että sitraatti on kuitenkin suhteellisen harvinainen elektrolyyttivalmisteissa verrattuna bikarbonaattiin. Lisätutkimuksia sitraatin hyödyistä, ja mahdollisista huonoista puolista, suun kautta annettavissa elektrolyyttivalmisteissa siis tarvittaisiin lisää.

Hyvän suun kautta annettavan elektrolyyttijuomavalmisteen tulisi sisältää riittävästi glukoosia tai aminohappoja natriumin ja veden imeytymisen tehostamiseksi suolistosta (Constable 2003). Vertaillen eri valmisteita mietin Nutrisal Plussan kohdalla sen sisältämän korkean glukoosipitoisuuden vaikutusta ripuloivan vasikan maidonjuontiin, sillä elektrolyyttivalmisteen ei kuitenkaan ole tarkoitus korvata maidosta saatua energiaa. Kun tähän otetaan huomioon myös se, että 3:1 ylittävä glukoosi-natrium – suhde voi mahdollisesti aiheuttaa osmoottista ripulia (Avery ja Snyder 1990, McClure 2001, Michell 1998), voidaan kyseisen valmisteen korkea glukoosipitoisuus asettaa kyseenalaiseksi.

Myös erilaiset aminohapot lisäävät natriumin ja veden imeytymistä suolistosta (Constable 2003). Useimmissa artikkeleissa kävi ilmi millainen glukoosin määrän tulisi olla suhteessa natriumiin, mutta missään ei tullut esiin, että mikä on riittävä määrä aminohappoja (esim. glysiiniä). Tähän liittyen valmisteen aikaansaamaa natriumin ja veden imeytymisen tehokkuutta voi olla vaikea arvioida, mikäli valmisteen glukoosi-natrium –suhde on alle suositusten, mutta valmiste kuitenkin sisältäisi tietyn pitoisuuden aminohappoja. Lisätutkimustietoa liittyen siihen, millä aminohappopitoisuudella on merkitystä natriumin ja veden imeytymiseen siis tarvittaisiin.

Kalium- ja kloridipitoisuuksissa esiintyi vähiten eroja eri valmisteiden välillä, sillä melkein kaikilla valmisteilla kyseiset pitoisuudet olivat suositelluissa viiterajoissa. Tämä on hyvin yllättävää, sillä kirjallisuuden perusteella kalium- ja kloridipitoisuus eivät ole niin merkittävässä asemassa suun kautta annettavassa elektrolyyttivalmisteessa kuin mitä esimerkiksi natriumpitoisuus on, vaikka kyseisiä elektrolyyttejä tuleekin valmisteessa olla elektrolyyttitasapainon korjaamiseksi. Kun otetaan huomioon valmisteiden eroavaisuus niin sanottujen tärkeiden ominaisuuksien suhteen (natriumpitoisuus, alkalisoivien ainesosien pitoisuus, natriumin ja veden imeytymistä edistävien ainesosien määrä), herää kysymys, että miksei näihin ole panostettu yhtä paljon, jotta niidenkin välillä havaittaisiin yhtä vähän vaihtelua.

Hydrafeed sisälsi glukoosia laktoosin muodossa, mikä on siis glukoosin ja galaktoosin seos. Laktoosin ja sen sisältämän galaktoosin hyväksikäytön tehokkuudesta ripulivasikoilla on ollut erimielisyyttä ja sen merkitys suun kautta annettavissa elektrolyyttivalmisteissa on ollut epäselvä. Demigné ym. (1983) pitivät galaktoosia parempana energianlähteenä etenkin maksan metabolaatiolle kuin glukoosia, kun taas Gutzwiller ja Blum (1996) havaitsivat tutkimuksessaan laktoosin hyväksikäytön olevan heikompaan lievistä ripulista kärsivillä vasikoilla. Näihin perustuen Hydrafeedin sisältämän laktoosin merkitys tuotteessa on epäselvä, minkä takia laktoosin merkitystä suun kautta annettavissa elektrolyyttivalmisteissa tulisi tutkia lisää.

Osa valmisteista sisälsi ainesosaluetteloiden perusteella inaktivoitua hiivaa ja muita hiivan rakenneosia. Hiivan merkityksestä vasikoiden ripuleiden hoidossa on suhteellisen vähän, mutta esimerkiksi Galvão ym. (2005) tutkimuksissa havaittiin vieroitusikäisten vasikoiden, joilla oli häiriöitä passiivisessa kuljetuksessa, hyötyvän elävän hiivan (*Saccharomyces cerevisiae*) lisäyksestä rehun sekaan. Näillä vasikoilla etenkin ruokahalu pysyi parempana ja ripulin kesto oli lyhyempi verrattuna kontrolliryhmään, joiden rehuun ei lisätty elävää hiivaa. Hiivalla ei kuitenkaan todettu olevan hyötyä, jos se sekoitettiin esimerkiksi maidon tai maidonkorvikkeen joukkoon. Tästä ja muun tutkimustiedon puutteesta johtuen, inaktivoituneen hiivan ja sen eri ainesosien merkitys vasikkaripuleiden hoidossa on tällä hetkellä epäselvä. Tämä sama koskee myös pektiiniä (Goodell ym. 2012). Lisätutkimustietoa siis tarvittaisiin näistä ainesosista, joita lisätään elektrolyyttivalmisteisiin ”parantamaan” valmisteiden ominaisuuksia.

Tämän liseniaatin tutkielman tarkoituksena oli vertailla Suomessa saatavilla olevia elektrolyyttivalmisteita kirjallisuuteen ja arvioida tämän perusteella niiden soveltuvuutta vasikkaripuleiden hoitoon. Vertailujen perusteella parhaimpien elektrolyyttivalmisteiden joukkoon erottuivat Energaid, Benfital Plus ja Hydrafeed, sillä niiden ominaisuudet vastasivat suurimmaksi osaksi kirjallisuudessa esiin tulleita suosituksia ja hyvän elektrolyyttivalmisteen edellytyksiä. Toisaalta näilläkin valmisteilla oli pieniä puutteita. Näihin verrattuna heikompia valmisteita olivat Nutrisal Plus sekä Hivepect Pro, sillä molemmissa valmisteissa sekä natriumin että alkalisoivan ainesosan määrä oli alle suositusten. Tämän liseniaatin tutkimuksen eräänlaisena tavoitteena oli myös auttaa eläinlääkäreitä hyvän elektrolyyttivalmisteen valinnassa sekä siinä, millaisia ominaisuuksia hyvältä suun kautta annettavalta elektrolyyttivalmisteelta tulisi odottaa. Mielestäni tässä onnistuttiin, joten tämän liseniaatin tutkielman perusteella eläinlääkärit osaisivat myös suositella tilallisille hyviä suun kautta annettavia elektrolyyttivalmisteita, sillä aikaisella ripulivasikan hoidon aloittamisella on suuri merkitys vasikan paranemisen kannalta.

Suun kautta annettavat nesteet ovat indikoituja vain vasikoille, jotka ovat suhteellisen virkeitä, eivät ole kuivuneita yli 8 % ja jotka omaavat imurefleksin (Smith 2009). Näistä kriteereistä johtuen suun kautta annettava nestehoito tulisikin aloittaa ajoissa ripuloiville vasikoille, ennen kuin tilanne kehittyy siihen, että vasikan kuivumisaste nousee yli 8 %:n, yleistila heikkenee ja metabolisen asidoosin aste pahenee. Näitä seikkoja tulisikin painottaa eläinlääkäreiden toimesta tilallisille, sillä aikaisella tilanteeseen puuttumisella ehkäistään suurempien lisäkustannusten muodostumista. Samalla tulee painottaa myös hyvien olosuhteiden ja hoitokäytäntöjen (esim. ternimaidon saantia) vasikkaripuleiden ennaltaehkäisyssä ja hoidossa.

4 LÄHDELUETTELO

Abutarbush S, Petrie L. Treatment of hypernatremia in neonatal calves with diarrhea. *Can Vet J* 2007, 48: 184–187.

Avery M, Snyder J. Oral therapy for acute diarrhea-the underused simple solution. *New Engl J Med* 1990, 323: 891-894.

Bachmann L, Homeier T, Arlt S, Brueckner M, Rawel H, Deiner C, Hartmann H. Influence of different oral hydration solutions on abomasal conditions and the acid-base status of suckling calves. *J Dairy Sci* 2009, 92: 1649-1659.

Berchtold J. Treatment of calf diarrhea: intravenous fluid therapy. *Vet Clin Food Anim* 2009, 25: 73-99.

Brooks H, White D, Wagstaff A, Michell A. Evaluation of nutritive oral rehydration solution for the treatment of calf diarrhea. *Brit Vet J* 1996, 152: 699-708.

Constable P. Comparison of the Henderson-Hasselbalch and strong ion approaches. *Vet Clin Path* 2000, 29: 115-128.

Constable P. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Vet Clin Food Anim* 2003, 19: 557-597.

Constable P. Antimicrobial use in the treatment of calf diarrhea. *J Vet Intern Med* 2004, 18:8–17.

Constable P. Treatment of calf diarrhea: antimicrobial and ancillary treatments. *Vet Clin Food Anim* 2009, 25: 101-120.

Constable P, Grünberg W, Carstensen L. Comparative effects of two oral rehydration solutions on milk clotting, abomasal luminal pH, and abomasal emptying rate in suckling calves. *J Dairy Sci* 2009, 92: 296–312.

Constable P, Thomas E, Boisrame B. Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhea. *Vet J* 2001, 162: 129-140.

Demigné C, Rémésy C, Chartier F, Kaligi D. Utilization of volatile fatty acids and improvement of fluid therapy for treatment of dehydration in diarrheic calves. *Ann Rech Vet* 1983, 14: 541-547.

Eviran julkaisuja. Mikrobilääkkeiden käyttösuositukset eläinten tärkeimpiin tulehdus- ja tartuntatauteihin. 3/2009.

Ewaschuk J, Naylor J, Palmer R, Whiting S, Zello G. D -lactate production and excretion in diarrheic calves. *J Vet Intern Med* 2004, 18: 744–747.

Foster D, Smith G. Pathophysiology of diarrhea in calves. *Vet Clin Food Anim* 2009, 25: 13-36.

Galvão K, Santos J, Coscioni A, Villaseñor M, Sischo W, Berge A. Effect of feeding live yeast products to calves with failure of passive transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal *Escherichia coli*. *Reprod Nutr Dev* 2005, 45: 427–440.

Goodell G, Campbell J, Hoejvang-Nielsen L, Stansen W, Constable P. An alkalinizing oral rehydration solution containing lecithin-coated citrus fiber is superior to a nonalkalinizing solution in treating 360 calves with naturally acquired diarrhea. *J Dairy Sci* 2012, 95: 6677–6686.

Grove-White D. Practical intravenous fluid therapy in the diarrhoeic calf. *In Practice* 2007, 29: 404-408.

Grove-White D, Michell A. Iatrogenic hypocalcaemia during parenteral fluid therapy of diarrhoeic calves. *Vet Rec* 2001, 149: 203-207.

Gutzwiller A, Blum J. Effects of oral lactose and xylose loads on blood glucose, galactose, xylose, and insulin values in healthy calves and calves with diarrhea. *Am J Vet Res* 1996, 57: 560-3.

Hartikainen K, Herva T, Rautala H. Ternimaidon laatu, juotto ja passiivisen immunitetin mittaaminen vasikoilla – kirjallisuuskatsaus. *Suomen Eläinlääkärilehti* 2012, 118: 264-270.

Havela E. Vasikan rotavirus-infektiot ja niiden ennaltaehkäisy ja kontrolli. *Eläinlääketieteen lisensiaattityö, Helsingin yliopisto* 2012.

Heath S, Naylor J, Guedo B, Petrie L, Rousseaux C, Radostits O. The effects of feeding milk to diarrheic calves supplemented with oral electrolytes. *Can J Vet Res* 1989, 53(4): 477-485.

Heikkilä R. Ripulivasikan kuivuusasteiden määrittäminen ja hoito tilalla. *Opinnäytetyö, Maaseutuelinkeinojen ko, Laurea-ammattikorkeakoulu* 2009.

Herva T. Vasikkakuolleisuus tilastojen valossa. *Eläinlääkäripäivien luentokokoelma, Fennovet Oy* 2010.

Herva T, Syrjälä P, Aho P, Tiilikainen M. Emolehmien vasikoiden suolistolaiset – selvitys Suomen tilanteesta ja katsaus suolistoloistartunnan arviointiin. *Suomen Eläinlääkärilehti* 2002, 108: 148-152.

Kasari T, Naylor J. Metabolic acidosis without clinical signs of dehydration in young calves. *Can Vet J* 1984, 25: 394-399.

Koch A, Kaske M. Clinical efficacy of intravenous hypertonic saline solution or hypertonic bicarbonate solution in the treatment of inappetent calves with neonatal diarrhea. *J Vet Intern Med* 2008, 22: 202-211.

Kurkela V, Salmela P, Rautala H, Pyörälä S. Naudan kokkidioosi –kirjallisuuskatsaus ja tutkimus kokkidien esiintymisestä suomalaisissa vasikoissa. Suomen Eläinlääkärilehti 2000, 106: 364-371.

Jyräsalo M. Vasikkaripulit tutkimukset Evirassa vuosina 2002-2006. Eläinlääketieteen lisensiaattityö, Helsingin yliopisto 2008.

Lorenz I. Influence of D-lactate on metabolic acidosis and on prognosis in neonatal calves with diarrhoea. J Vet Med 2004, A51: 425-428.

Lorenz I. D-lactic acidosis in calves. Vet J 2009, 179: 197-203 .

Lorenz I, Gentile A, Klee W. Investigations of D-lactate metabolism and the clinical signs of D-lactataemia in calves. Vet Rec 2005, 156: 412-415.

Marshall T, Constable P, Crochik S, Wittek T, Freeman D, Morin D. Effect of suckling an isotonic solution of sodium acetate, sodium bicarbonate, or sodium chloride on abomasal emptying rate and luminal pH in calves. Am J Vet Res 2008, 69: 824–831.

Mattila J. Kryptosporidioosi – vasikoiden zoonoottinen ripulitauti. Suomen eläinlääkärilehti 2012, 118: 650-651.

McClure J. Oral fluid therapy for treatment of neonatal diarrhoea in calves. Vet J 2001, 162: 87-89.

Meganck V, Hoflack G, Opsomer G. Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: a systemical review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. Acta Vet Scand 2014, 56: 75.

The Merck Veterinary Manual. s. 182-186, 252-257. 10. p. Merck & Co., 2010.

Michell A. Oral rehydration for diarrhoea: symptomatic treatment or fundamental therapy. J Comp Path 1998, 118: 175-193.

Müller K, Gentile A, Klee W, Constable P. Importance of the effective strong ion difference of an intravenous solution in the treatment of diarrheic calves with naturally acquired acidemia and strong ion (metabolic) acidosis. *J Vet Intern Med* 2012, 26: 674–683.

Naylor J. Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. *Can Vet J* 1987, 28: 168-173.

Naylor J, Forsyth G. The Alkalinizing effects of metabolizable bases in the healthy calf. *Can J Vet Res* 1986, 50: 509-516.

Naylor J, Petrie L, Rodriguez M, Skilnick P. A comparison of three oral electrolyte solutions in the treatment of diarrheic calves. *Can Vet J* 1990, 31: 753- 760.

Naylor J, Zello G, Abeysekara S. Advances in oral and intravenous fluid therapy of calves with gastrointestinal disease. *World buiatrics congress – Nice, France 2006 .*

Niemi M, Hakkarainen K. Vasikoiden kasvatusolosuhteet, sairastavuus ja kuolleisuus suomalaisissa lämpimissä makuuparsipihatoissa. *Suomen Eläinlääkärilehti* 2007, 113: 7-8.

Nouri M, Constable P. Comparison of two oral electrolyte solutions and route of administration on the abomasal emptying rate of holstein-friesian calves. *J Vet Intern Med* 2006, 20: 620–626.

Omole O, Nappert G, Naylor J, Zello G. Both L- and D-lactate contribute to metabolic acidosis in diarrheic calves. *J Nutr* 2001, 131: 2128-2131.

Philipp H, Schmidt H, Düring F, Salamon E. Efficacy of Meloxicam (Metacam®) as adjunct to a basic therapy for the treatment of diarrhea in calves. *Acta Vet Scand Suppl* 2003, 98: 273.

Pyörälä S, Tiihonen T. Nautojen sairaudet – vasikkaripulit, 2005.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/13_vasikkaripulit.pdf?sequence=7,
haettu 2.2.2015.

Radostits O, Gay C, Hinchcliff K, Constable P. Veterinary medicine – A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats. s. 73-76, 91-100, 193, 847-873, 1286-1292. 10. p. Saunders Elsevier 2007.

Rings D. Fluid therapy for the food animal practitioner. Minnesota Dairy Health Conference 1994 .

Runnels P, Moon H, Schneider R. Development of resistance with host age to adhesion of K99 *Escherichia coli* to isolated intestinal epithelial cells. *Infect Immun* 1980, 28: 298-300.

Sarelli L. *Salmonella Typhimurium* DT104 – kirjallisuuskatsaus. Suomen Eläinlääkärilehti 2001, 107: 20-23.

Sen I, Altunok V, Ok M, Coskun A, Constable P. Efficacy of oral rehydration therapy solutions containing sodium bicarbonate or sodium acetate for treatment of calves with naturally acquired diarrhea, moderate dehydration, and strong ion acidosis. *J Am Vet Med Assoc* 2009, 234: 926-934.

Sen I, Constable P, Marshall T. Effect of suckling isotonic or hypertonic solutions of sodium bicarbonate or glucose on abomasal emptying rate in calves. *Am J Vet Res* 2006, 67: 1377-1384.

Sjaastad Ø, Hove K, Sand O. Physiology of domestic animals. s. 450-453, 485-487. 1. p. Scandinavian Veterinary Press 2003.

Skrivanova E, Marounek M, Benda V, Brezina P. Susceptibility of *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* and *Clostridium perfringens* to organic acids and monolaurin. *Vet Med* 2006, 51: 81–88.

Smith G. Treatment of calf diarrhea: oral fluid therapy. *Vet Clin Food Anim*, 2009, 25: 55-72.

Smith G, Ahmed A, Constable P. Effect of orally administered electrolyte solution formulation on abomasal luminal pH and emptying rate in dairy calves. *J Am Vet Med Assoc* 2012, 241: 1075-1082.

Smith G, Berchtold J. Fluid therapy in calves. *Vet Clin Food Anim*, 2014, 30: 409-427.

Svensson C. Causes and dynamics of calf mortality. *Eläinlääkäripäivien luentokokoelma*, Fennovet Oy 2010.

Sweeney R. Treatment of potassium balance disorders. *Vet Clin N Am-Food A* 1999, 15(3): 609-617.

Taylor M, Coop R, Wall R. *Veterinary parasitology*. s. 69-74. 3. p. Blackwell Publishing 2007.

Trefz F, Constable P, Sauter-Louis C, Lorch A, Knubben-Schweizer G, Lorenz I. Hyperkalemia in neonatal diarrheic calves depends on the degree of dehydration and the cause of the metabolic acidosis but does not require the presence of acidemia. *J Dairy Sci* 2013, 96: 7234-7244.

Trefz F, Lorch A, Feist M, Sauter-Louis C, Lorenz I. Metabolic acidosis in neonatal calf diarrhea—clinical findings and theoretical assessment of a simple treatment protocol. *J Vet Intern Med* 2012, 26: 162–170.

Trefz F, Lorch A, Zitzl J, Kutschke A, Knubben-Schweizer G, Lorenz I. Effects of alkalinization and rehydration on plasma potassium concentrations in neonatal calves with diarrhea. *J Vet Intern Med* 2015, DOI: 10.1111/jvim.12537.

Utriainen M. Ripulivasikan lääkitseminen/ohje eläinlääkärille. ETU Nautatautiryhmä 2010. <https://www.naseva.fi/naseva/files/htmlarea/files/FIN/Tauti%20ohjeistus/E%20Elainlaakarille%20Ripulivasikan%20hoito-ohje.pdf>, haettu 3.3.2015.

