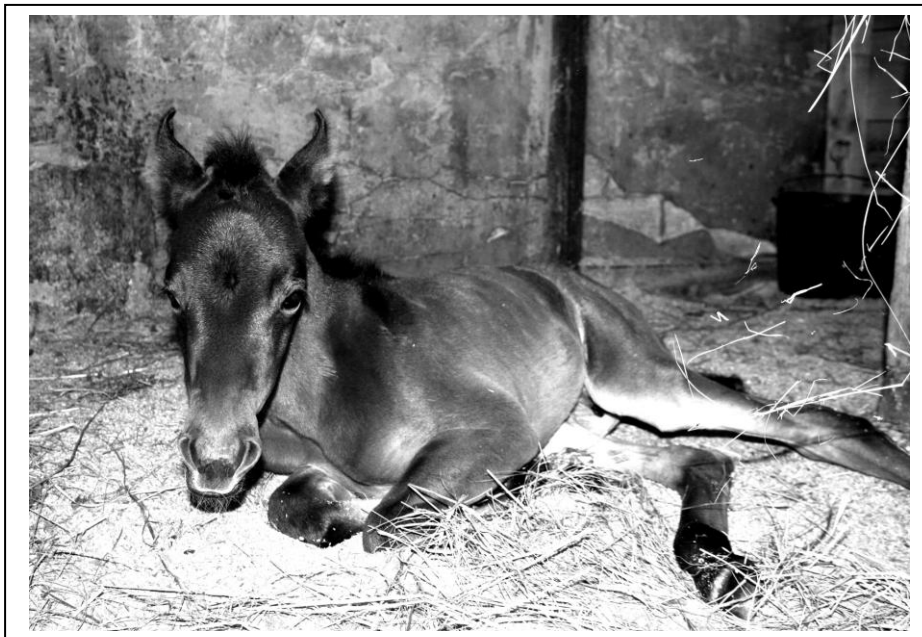




Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Cerebellär Abiotrofi hos Arabhäst - Symptom och Differentialdiagnoser

Marie Baude Korhonen



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2012: 65

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2012



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Cerebellär Abiotrofi hos Arabhäst - Symptom och Differentialdiagnoser

Cerebellar Abiotrophy in the Arabian horse - Symptoms and Differential diagnoses

Marie Baude Korhonen

Handledare:

Jenny Yngvesson, SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator:

Mona Fredriksson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0700

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2012

Omslagsbild: Marie Baude Korhonen

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2012: 65
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: cerebellum, abiotrofi, ataxi, arabhäst, degeneration, ärftlig, differentialdiagnos

Key words: cerebellum, abiotrophy, ataxia, Arabian horse, degeneration, disease, differential diagnosis

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	1
INLEDNING	2
MATERIAL OCH METODER	2
LITTERATURÖVERSIKT	3
Cerebellums funktion hos däggdjur	3
Vad är cerebellär abiotrofi och vilka djur drabbas	4
Symptom	4
Hur kan man testa för cerebellär abiotrofi.....	5
Avelsstrategier	5
Differentialdiagnoser	5
<i>Trauma på skalle och ryggrad</i>	6
<i>Instabilitet i leden mellan occipitalbenet och atlaskotan</i>	6
<i>Fokal kompression av ryggraden</i>	6
<i>Parasiter</i>	6
<i>Bakterieinfektioner</i>	6
<i>Virusinfektioner</i>	7
<i>Equine degenerativ myeloencefalopati</i>	7
<i>Neoplasier</i>	7
DISKUSSION	7
LITTERATURFÖRTECKNING	9

SAMMANFATTNING

Cerebellär abiotrofi är en sjukdom som drabbar ett flertal olika djurarter och innebär en degeneration av purkinjecellerna i lillhjärnan. Eftersom lillhjärnan är den del av hjärnan som styr finmotoriken kommer tillståndet att ge upphov till att finmotoriken försämras kraftigt. Hos häst är det främst arabhästen som drabbas men även hos raser där arab korsats in för att förfina linjerna dyker sjukdomen upp emellanåt. En häst med denna defekt kommer att verka helt normal vid födseln men symptomen uppträder relativt tidigt oftast mellan sex veckor till ett halvår efter födseln. Symptom som en drabbad häst uppvisar är bl.a. ataxi och muskeltremor, främst då i halsmuskulaturen. Sjukdomen är inte dödlig i sig men i många av fallen väljer ägare i samråd med veterinär att avliva hästarna då hanteringen av dem blir farlig både för hästen och för den som hanterar dem dagligen.

Tillståndet har varit känt länge men eftersom det nedärvs autosomalt recessivt och man inte lyckats lokalisera den gen som mutationen uppträder i har det varit svårt att avla bort sjukdomen. Idag har man lyckats identifiera kandidatgener för mutationen och det finns nu tillförlitliga kommersiella tester att tillgå för den som väljer att avla på sina hästar. Det finns ett flertal differentialdiagnoser att ta hänsyn till då man kommer i kontakt med en häst med ataxi. Exempel på detta är trauma på skalle och ryggrad som kan, om hästen överlever, ge upphov till bl. a ataxi. Detta kan uppstå då en häst går omkull och eftersom sådant inte alltid sker vid övervakade tillfällen utan ofta när hästen befinner sig oövervakad i hagen är det inte alltid att ägaren uppmärksammat skadan utan endast lägger märke till de efterföljande symptomen. Även kompressioner av ryggmärgen kan ge ataxi i olika omfattning. Dessa kompressioner kan t.ex. uppstå som en följd av stenosis i ryggmärgskanalen. Denna litteraturstudie är gjord med syfte att fördjupa kunskapen kring cerebellär abiotrofi och ge en bild av några utav de differentialdiagnoser som finns hos hästar med ataxi. Att kunna utesluta differentialdiagnoser är ett av de viktigaste sätten att som kliniker kunna ställa rätt diagnos.

SUMMARY

Cerebellar abiotrophy is a disease that occurs within many different species and is a condition where the purkinje cells in the cerebellum is degenerating. Since it is the cerebellum that is responsible regulation of the fine motor skills this condition will cause a great lack of fine motor skills in the animal and the animal will therefore suffer from poor balance. Among horses it is mostly within the Arabian breed the condition is seen but also in breeds that have been using the Arabian horse to refine the original breed.

A horse that is suffering from this condition will seem perfectly normal at birth but the symptoms will occur early in life time, often between six weeks and six months of age. The horse will show ataxia and muscle tremors primarily in the neck muscles. The disease is not fatal in its own but the horse is often euthanized since the condition is making the handling of the horse dangerous both for the horse itself and the handler.

This is a well known condition that breeders has been aware of for a long time but since the genes has to be homozygote for the mutation to show and that the scientist still haven't

localized with gene that is responsible for the condition it is still a problem within the Arab breed.

The scientist has now managed to show a candidate gene for the condition and there are now some commercial tests on the market that the breeders can use to see if their animals are carriers of the gene and then avoid to use to carriers in breeding.

There are several differential diagnoses that can cause ataxia and that are of great importance to know when dealing with a horse that's suffering from ataxia and where you can suspect cerebellar abiotrophy. One of them is injury to the skull and spine which may occur if the horse is falling over. This may happen when the horse is not monitored like in the paddock. If the horse survives the fall one of the persisting symptoms might be ataxia. This study is made with the purpose to get a deeper understanding in the disease cerebellar abiotrophy and to learn more about the differential diagnoses among horses with ataxia. It is of great importance to be able to preclude the differential diagnoses in cases where you suspect cerebellar abiotrophy.

INLEDNING

Cerebellär abiotrofi är en sjukdom som drabbar ett antal olika djurslag och arter. Hos häst drabbar tillståndet främst arabhästar och raser som har använt sig av araber för att förädla sina linjer (Brault & Penedo, 2009; Foley et al., 2011). Det är ett tillstånd som länge varit känt inom de kretsar som ägnar sig åt avel av arabhästar men trots detta har man ännu inte lyckats avla bort mutationen som är orsak till denna nedärvda sjukdom (Foley et al., 2011). En av de anledningar som finns till att det fortfarande föds sjuka föl är att en individ måste vara homozygot för genen för att uppvisa symptom och detta innebär alltså att det finns friska bärare av genen. Skulle man av misstag då korsa två friska bärare finns en risk för affekterad avkomma. Man har heller inte kunnat identifiera den specifika gen som ligger till grund för sjukdomen utan endast kunnat hitta olika potentiella kandidatgener (Brault et al., 2010).

Denna litteraturstudie har till syfte att lyfta fram de specifika symptom som drabbar en häst med cerebellär abiotrofi och ge en tydlig bild över de differentialdiagnoser som kan orsaka ataxi hos häst då ataxi är ett av de mest framträdande symptomen vid cerebellär abiotrofi. Målsättningen är också att ge en bild över vad man inom arabhästvärlden gör för att begränsa och förebygga nedärvning av denna defekt och vilka tankar man har kring avelsstrategier. Kan man som kliniker påverka avelsarbetet genom information kring denna defekt då det är en sjukdom som i de allra flesta fall leder till eutanasi av hästen? Finns det tester för denna specifika sjukdom att tillgå på marknaden och hur tillförlitliga är de i så fall?

MATERIAL OCH METODER

För att skaffa mig information i ämnet cerebellär abiotrofi främst hos arabhäst men även hos andra hästraser och djurarter har sökningar gjorts i databaserna Epsilon, Web of Knowledge, Google Scholar och Pub Med. Sökorden cerebellum, abiotrophy, degeneration, equine och horse har använts i olika kombinationer med varierande resultat.

För att hitta basinformation om funktion och anatomi hos cerebellum har jag till största delen använt mig utav Nationalencyklopedin där man kan läsa utförligt om ämnet.

LITTERATURÖVERSIKT

Cerebellums funktion hos däggdjur

Cerebellum, eller lillhjärnan, ingår i det centrala nervsystemet, CNS, och förbinds med hjärnstammen via nervbanor genom de tre lillhjärnsskäklarna. Cerebellum är den del i CNS som reglerar balansen genom att den tar emot signaler från innerörat med dess balansorgan, muskelspolar och senspolar (Nationalencyklopedin, 2012). Dessa nervsignaler överförs sedan till motoriska nervceller i ryggmärgen som i sin tur styr muskelaktiviteten så att balansen bibehålls (Nationalencyklopedin, 2012).

Även finmotoriken styrs via cerebellum då nervimpulser från storhjärnan tas emot här och cerebellum deltar på så vis i samordning och precision av musklernas kontraktioner (Nationalencyklopedin, 2012).

Cerebellums cortex är uppbyggt av tre olika celltyper nämligen stödjeceller, kornceller (granular cells) och purkinjeceller där det är purkinjecellerna som står för den ascenderande nervsignaleringen ut i kroppen (Voogd et al., 1998). Dessa är stora celler med många dendriter som bildar ett nätverk i cortex och deras myeliniserade axon omkopplas i kärnor i cerebellum varifrån nervimpulsen sedan leds vidare (Voogd et al., 1998).

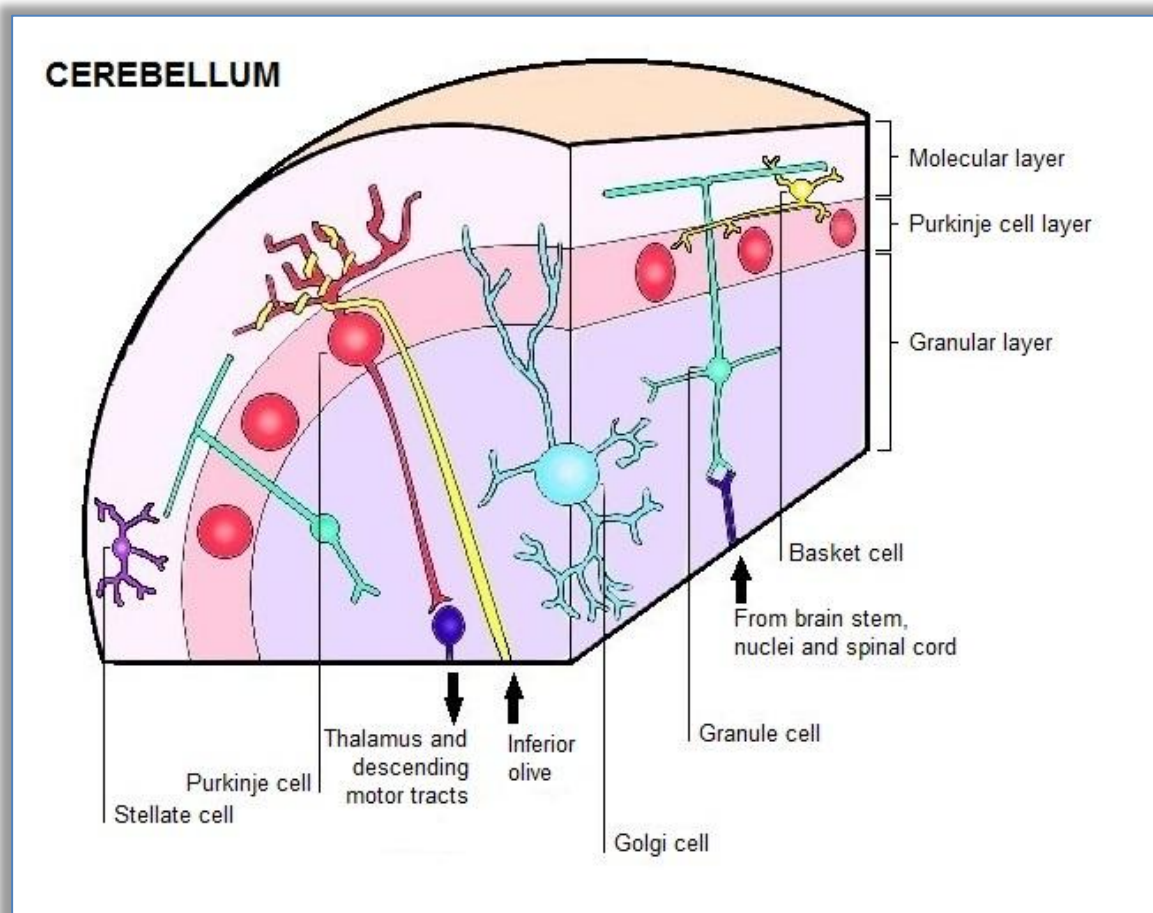


Fig 1. Cerebellums cortex

(Bild: Marie Baude Korhonen)

Vad är cerebellär abiotrofi och vilka djur drabbas

Cerebellär abiotrofi är en medfödd progressiv sjukdom där purkinjecellerna i lillhjärnan degenererar och/eller dör i förtid (Hahn, 2006).

Sjukdomen finns hos många olika djurarter såsom till exempel hund, *Canis lupus familiaris*, (Sandy et al., 2002), katt, *Felis catus*, (Shamir et al., 1999), alpaka, *Lama glama*, (Mouser et al., 2009), nötkreatur, *Bos taurus*, (Schild et al., 2001), får, *Ovis*, (Harper et al., 1986), babian, *Papio*, (Sadoff et al., 1986) och häst, *Equus caballus*, (Brault et al., 2010). Vad gäller häst är det en sjukdom som man främst ser hos arabhästar men också hos andra raser där arabhästen använts inom aveln för att förädla linjerna (Brault & Penedo, 2009; Foley et al., 2011).

Symptom

Djuren föds till synes normala men symptomen börjar oftast märkas relativt tidigt. Uppkomsten av symptom varierar mellan de olika djurslagen men det sker vanligen mellan de första levnadsveckorna till månaderna även om det i vissa fall kan dröja till senare i livet innan man lägger märke till förändringarna (deLahunta, A., 1990). Hos hästar uppkommer symptomen vanligtvis någon gång mellan sex veckors och sex månaders ålder. Hästar som lider av cerebellär abiotrofi karaktäriseras av ataxi vilket innebär en oförmåga att koordinera sina rörelser, muskeltremor i halsmuskulaturen som tenderar att öka när hästen försöker fokusera sina rörelser, överdrivna frambensrörelser och försämrat positionsmedvetande. De drabbade hästarna står ofta med benen allt för brett isär eller tätt ihop och balansen är kraftigt försämrad, man ser också att blinkreflexen försvinner. I övrigt håller hästarna både hull och muskelmassa (Brault & Penedo, 2009; Brault et al., 2010; Foley et al., 2011). Hästar som drabbats tenderar att bli lättskrämda och ramla omkull och kan också visa tecken på svårighet att resa sig ifrån liggande ställning (Brault et al., 2010).

Symptomen vid cerebellär abiotrofi liknar många andra neurologiska sjukdomar och kan göra det svårt att ställa rätt diagnos och många gånger kan den ställas först efter att man uteslutit eventuella differentialdiagnoser (Brault et al., 2010). Den slutliga diagnosen kan först ställas post-mortem och då vid en histopatologisk undersökning pga. att cerebellum makroskopiskt har ett normalt utseende (Brault et al., 2010).

Cerebellär abiotrofi anses vara en obotlig sjukdom även om man ibland kan se vissa förbättringar, dessa tros dock bero på att djuret anpassar sig och lär sig hantera sitt tillstånd (Blanco et al., 2006).

Sjukdomen i sig är inte dödlig utan hästen kan leva i flera år med sina symptom men många hästägare med drabbade hästar väljer att avliva dem då hästarnas bristande koordination och deras lättskrämdhet kan göra dem farliga att hantera för både hästarna själva och deras ägare (Brault et al., 2010).

Hur kan man testa för cerebellär abiotrofi

Hos häst är sjukdomen medfödd och nedärvs autosomalt recessivt och detta har man kunnat visa genom experimentell avel på individer som är affekterade och släktingar till dessa (Foley et al., 2011).

Skulle man avla på två symptomfria bärare av genen så kommer 25 % av avkomman att resultera i föl som uppvisar symptom och alltså är homozygota för genen. Denna kunskap är ju dock bara relevant om man känner till vilka hästar som är friska anlagsbärare varför det är viktigt att finna vilken gen som kodar för sjukdomen så att tillförlitliga tester kan utvecklas för att på så sätt undvika att man avlar fram affekterade föl (Brault et al., 2010). Trots att det är så många olika djurslag och raser som drabbas av sjukdomen så har man ännu inte funnit den specifika gen som muterar och kodar för cerebellär abiotrofi (Brault et al., 2010). Man har en teori om att en apoptosmekanism hos purkinjecellerna är inblandad (Blanco et al., 2006) och man har genom forskning kunnat hitta en kandidatgen för mutationen (Brault et al., 2010). Brault et al (2010) har gjort en studie på fyra fädernelinjer hos arabhästarna där man analyserat homozygoti hos affekterade föl och dragit slutsatsen att mutationen ligger på kromosom 2 inom en region på 142kb (kilobaspar) i DNAt. Regionen för cerebellär abiotrofi innehåller bland annat MUTYH- och TOE1-genen vilka båda är tänkbara kandidatgener (Brault et al., 2010).

Tack vare att man kunnat lokalisera kandidatgener finns det nu kommersiella test att tillgå för dem som tänker avla på sina hästar. Testen ger en fingervisning om hur troligt det är att hästen är bärare av mutationen eller inte (TheHorse.com, 2008).

Avelsstrategier

Fortfarande är det oklart hur många drabbade föl som föds och detta beror till stor del på en ovilja hos uppfödare att medge att föl med neurologiska sjukdomar fötts i deras linjer (Blanco et al., 2006). Man har tidigare funderat på om mutationen uppkommer spontant i olika linjer eller om den kan härledas bakåt till en gemensam anfader för de olika linjerna. Nu har man dock sett att cerebellär abiotrofi uppkommer i betydligt fler avelslinjer än vad man tidigare trott. Med globalisering i samhället följer också en ökad avel över gränserna varför det inte heller är ett geografiskt bundet problem (Brault et al., 2010).

Då arabhästen är en ras med sluten stambok vilken alltså inte tillåter nytt blod att föras in i rasen utan endast godkända hästar av renrasigt ursprung får användas i avel innebär det en ökad risk för att mutationen skall stanna kvar inom rasens genom (TheHorse.com, 2008). Det hänvisas på rashemsidor till testerna som idag finns för att kontrollera huruvida hästen i fråga bär på mutationen (arab.se, 2012). Detta för att förhindra att två bärare av genen paras med varandra och på så vis riskerar att ett sjukt föl föds.

Differentialdiagnoser

En studie har utförts på 142 olika hästar som uppvisade ataxi i någon form och man fann då ett antal olika orsaker till tillståndet (Whitwell, 1980).

Trauma på skalle och ryggrad

Frakturer på skalle och ryggrad kan uppkomma om hästen går omkull och leder ofta till att hästen blir medvetslös eller dör. I de fall hästarna överlever kan flertalet olika typer av symptom uppträda däribland ataxi. Frakturer på skallbasen är typiska då hästen stegrat sig och fallit över.

Vid sidan av ataxi kan hästarna även drabbas av blindhet, ansiktsförslamning, att huvudet hålls på sned, nystagmus och blödningar från öron eller nos. Smärta och lokal svullnad kan också uppstå och hur allvarliga symptom som uppträder beror av hur allvarligt skadan har påverkat ryggmärgen.

Det är vanligt att ataxi är det enda symptomet ägaren ser då hästarna gått omkull i hagen och det inte funnits någon där som sett fallet (Whitwell, 1980).

Instabilitet i leden mellan occipitalbenet och atlaskotan

Instabilitet mellan nackbenet och första halskotan kan bero på att broskkondylerna eroderar eller att ledytan på atlaskotan har en avvikande form.

Om det uppstår en kompression av ryggmärgen på den här nivån kommer det att leda till svår ataxi både i fram- och bakben (Whitwell, 1980).

Fokal kompression av ryggraden

Detta var enligt Whitwell (1980) den i studien största orsaken till vållande av problem hos de hästar som uppvisade huvudsakligen ataxi eller pares. Kompressionen kan uppstå till följd av att en eller flera olika faktorer ger upphov till stenoser i ryggmärgskanalen. En av dessa faktorer kan vara Franks stenoser vilket innebär stenoser i den kraniala öppningen på kotorna C3-C7.

Vissa hästar får stenoser på flera olika nivåer och man tror att orsaken är för snabb tillväxt då man inte kunnat påvisa en genetisk orsak till skadorna (Whitwell, 1980).

Parasiter

I två av fallen som rapporteras av Whitwell (1980) verkar parasitmigration vara orsaken till ataxi. I det ena fallet rör det sig om en tre år gammal ponny där man fann en larv av *Strongylus vulgaris* som hade migrerat genom cerebellum och där efterlämnat hemorragiska spår med nekroser och cellinfiltration som följd. Ponnyn uppvisade kliniska symptom på skador i cerebellum såsom darrningar, ataxi och pendlande kroppsrörelser. I det andra fallet rörde det sig om ett treårigt fullblod vars enda symptom var ataxi. Hos detta fullblod kunde man finna liknande hemorragiska spår i cerebellum som man funnit hos ponnyn, däremot hittade man inte den parasit man trodde orsakat skadorna (Whitwell, 1980).

Bakterieinfektioner

De djur som ingick i studien och där bakterieinfektion visade sig vara orsaken uppvisade fler symptom än bara ataxi beroende på var någonstans infektionen var lokaliserad och hur utbredd den var (Whitwell, 1980).

Salmonella typhimurium och septisk encefalomyelit var två av orsakerna man kunde finna (Whitwell, 1980).

Virusinfektioner

Hos hästar drabbade av equine herpesvirus-1, EHV-1, är myelit en signifikant skada (Blood et al., 2007). Man har kunnat se att detta i sin tur ger upphov till ataxi och paralys (Whitwell, 1980).

Equine degenerativ myeloencefalopati

Detta är en irreversibel sjukdom som drabbar unga hästar och karaktäriseras av hypermetri som i sin tur leder till ataxi och att hästarna faller baklänges (Blood et al., 2007).

Enligt Whitwell (1980) diagnostiserades två av hästarna i deras studie med equine degenerativ myeloencefalopati.

Neoplasier

Whitwell fann att tumörer som spridit sig till kotkanalen kan utöva tryck på ryggmärgen vilket i sin tur kan leda till ataxi i olika former. Dock saknas symptom som huvudtremor och avsaknad av blinkreflex som ses vid cerebellär abiotrofi (Whitwell, 1980).

DISKUSSION

Att cerebellär abiotrofi är ett allvarligt tillstånd finns det ingen som helst tvekan om då det ofta leder till att man måste avliva de drabbade hästarna eftersom hanteringen av dem ofta blir farlig när sjukdomen har fått pågå under en tid. Trots vetskapen om detta har man inte lyckats avla bort mutationen då den nedärvs autosomalt recessivt och för att symptom skall uppstå krävs en homozygos för den muterade genen. Detta ger att vi kan ha flertalet friska anlagsbärare i en population utan att vi känner till det. Här kan man dock ändå tycka att man skulle kunnat utröna vilka linjer det är som ger upphov till mutationen och begränsa desamma men det verkar finnas en bristande öppenhet bland uppfödare att diskutera frågan att det föds föl med neurologiska sjukdomar i deras linjer vilket försvårar arbetet avsevärt. Det verkar också ha visats sig att mutationen kan uppstå spontant och om så är fallet är det uteslutet att man helt skall kunna bli av med den. Även arabhästens slutna stambok bidrar till att mutationen är svårare att bli av med då den nu finns i många olika linjer.

Min slutsats är att det borde satsas mycket på forskning kring vilken specifik gen det är som orsakar åkomman och man är på god väg att hitta den samma. Ju mer säker man kan vara på vilken gen som är bakomliggande desto säkrare tester borde gå att utveckla. Kan man så göra testerna lättillgängliga för dem som bedriver avel borde man kunna hindra att affekterade föl föds med resultat att vi inte får hästar som kommer att behöva avlivas till följd av cerebellär abiotrofi.

Det finns inte vetenskapliga artiklar kring arabhästförbundets riktlinjer kring avel att läsa så att veta hur man försöker begränsa spridningen av mutationen är svårt. Då jag heller inte har möjlighet att använda mig av personliga kontakter som referens kan jag inte hänvisa till telefonkontakter jag haft med Arabhästförbundet men konstaterar ändå att man är väl medveten om problemet. Även det faktum att diagnosen ibland ställs sent i livet om symptomen varit mycket lindriga bidrar till att man av misstag kan råka föra mutationen

vidare till kommande generationer genom att man helt enkelt inte inser att hästen man tänker ta föl på/efter är bärare av genen.

På olika rashemsidor finns också hänvisningar till hur och varför man bör testa för sjukdomen vilket ger en fingervisning om att man ändå har en genomtänkt linje där man aktivt försöker lokalisera bärare av genen för att på så vis hindra att hästar homozygota för mutationen föds.

Informationen kring kommersiella tester är knapp och sällan vetenskapligt grundad men det finns tester som i alla fall kan ge en indikation på om hästen bär på arvsanlaget eller inte och i så fall huruvida den är lämplig att använda i avel. Dessa är lätta att söka upp via internet och är information som man som kliniker bör känna till och kunna förmedla vidare ut till sina kunder som är aktiva inom aveln.

Det finns ett flertal olika sjukdomar och tillstånd som kan ge upphov till ataxi hos häst varav cerebellär abiotrofi är en av dem. Andra exempel är trauma på skall och ryggrad, bakterie-, virus- och parasitinfektioner, instabilitet mellan nackben och första halskotan, neoplasier och fokala kompressioner av ryggraden. I de fall symptomen är lindriga verkar det vara svårare att ställa rätt diagnos. Här anser jag att det verkar som att det är den typiska kombinationen av symptom som gör att man kan sluta sig till rätt diagnos men att man inte kan vara helt säker förrän en histopatologisk undersökning gjorts post-mortem. Jag anser att man som kliniker och hästveterinär behöver vara mycket noggrann när man utreder ataxiska hästar för att inte råka missa denna sjukdom. Är det dessutom en arab eller häst med ursprung från arabhästen är det viktigt att man är extra uppmärksam.

Har man i sitt arbete med sig cerebellär abiotrofi som diagnos i sina funderingar om man möter en häst med ataxi eller muskeltremor finns det möjlighet att man tidigare kan utesluta alternativt konfirmera sjukdomen. Lyckas man ställa diagnosen i ett tidigt stadium så kan man förhindra att hästen används i avel (eller i vart fall göra ägaren uppmärksam på dilemmat) och på så vis minska nedärvningen av de gener som kodar för cerebellär abiotrofi. Här tror jag att man som kliniker har en viktig roll att spela genom att informera ägaren.

Slutsatserna blir att man som kliniker borde kunna diagnostisera sjukdomen vid ett tidigt stadium om man besitter tillräcklig kunskap om hela sjukdomsbilden och dess differentialdiagnoser.

Avelsföreningarna skulle också kunna arbeta för en ökad öppenhet bland uppfödare och på så vis arbeta för en friskare ras där vi förhoppningsvis inte behöver se föl födas med denna defekt.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Arab.se, CA. [online] (2012-05-22)
Tillgänglig: <http://www.arab.se/>. [2012-05-22]
- Blanco, A., Moyano, R., Vivo, J., Flores-Acuna, R., Molina, A., Blanco, C., Monterde, J.G., 2006. Purkinje Cell Apoptosis in Arabian Horses with Cerebellar Abiotrophy. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 53, 286–287.
- Blood, D.C., Studdert, V.P., Gay, C.C., 2007. *Saunders Comprehensive Veterinary Dictionary*. Third edition. Toronto. Saunders Elsevier.
- Brault, L.S, Cooper, C.A., Famula, T.R., Murray, J.D., T. Penedo, M.C., 2010. Mapping of equine cerebellar abiotrophy to ECA2 and identification of a potential causative mutation affecting expression of MUTYH. *Genomics* 97, 121-129.
- Brault, L.S., T. Penedo, M.C, 2009. Refinement of the Equine Cerebellar Abiotrophy Locus on ECA2 by Haplotype Analysis. *Journal of equine veterinary science* 29 (5), 318-319.
- deLahunta, A., 1990. Abiotrophy in domestic animals: a review. *Canadian Journal of Veterinary Research* 54, 65-76.
- Foley, A., Grady, J., Almes, K., Patton, K., Davis, E., 2011. Cerebellar abiotrophy in a 6-year-old Arabian mare. Case report. *Equine Veterinary Education* 23 (3), 130-134.
- Hahn, C., 2006. The wobbly horse: differential diagnosis. In *Practice*, Vol. 28, Pages 8-13.
- Harper, P.A.W., Duncan, D.W., Plant, J.W., Smeal, M.G., 1986. Cerebellar abiotrophy and segmental axonopathy: two syndromes of progressive ataxia of Merino sheep. *Australian Veterinary Journal* 63, 18–21.
- Mouser, P., Lévy, M., Sojka, J. E., Ramos-Vara, J. A., 2009. Cerebellar Abiotrophy in an Alpaca. *Veterinary Pathology*, Vol. 46, Pages 1133-1137.
- Nationalencyklopedin. Lillhjärnan. [online] (2012-02-21)
Tillgänglig: <http://www.ne.se/lang/lillhjärnan/>. [2012-02-21]
- Sadoff, D. A., Giddens, W. E. Jr., Morton, W. R., 1986, Cerebellar Cortical Atrophy in a Baboon. *Veterinary Pathology* 23, 335-336.
- Sandy, J.R., Slocombe, R.F., Mitten, R.W., Jedwab, D., 2002. Cerebellar Abiotrophy in a Family of Border Collie Dogs. *Veterinary Pathology* 39, 736–738.
- Schild, A.L., Riet-Correa, F., Portiansky, E.L., Méndez, M.C., Graça, D.L., 2001. Congenital Cerebellar Cortical Degeneration in Holstein Cattle in Southern Brazil. *Veterinary Research Communications* 25(3), 189-195.
- Shamir, M., Perl, S., Sharon, L., 1999. Late onset of cerebellar abiotrophy in a Siamese cat. *Journal of Small Animal Practice* 40, 343–345.
- TheHorse.com. Johnson R.S., 2008. Article #12746. [online] (2012-02-17)
Tillgänglig: <http://www.thehorse.com/ViewArticle.aspx?ID=12746/>. [2012-02-27]

Voogd, J., Glickstein, M., 1998. The anatomy of the cerebellum. Trends in Cognitive Sciences, Vol. 2, Iss. 9, Pages 307-313.

Whitwell, E.K., 1980. Causes of ataxia in horses. In practice 2, 17-24.