

Environment

AGRO- EN BIOTECHNOLOGIE

ACADEMIEJAAR
2024-2025

Radiografisch protocol Bij de aan- en verkoop van paarden

Bachelorproef voorgelegd tot het behalen van het diploma van
Bachelor in de Agro- en biotechnologie
Afstudeeroptie: Dierenzorg
Door: Fien Ditvoorts
Promotor: Leen Verbist

Dit proefschrift is een examendocument dat niet werd gecorrigeerd voor eventueel vastgestelde fouten. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden.

Voorwoord

In het kader van mijn opleiding Agro- en Biotechnologie, afstudeerrichting Dierenzorg, heb ik deze bachelorproef geschreven. Bij het tot stand komen van deze bachelorproef wil ik graag enkele personen bedanken voor hun waardevolle hulp en steun.

Allereerst wil ik mijn promotor, mevrouw Leen Verbist, bedanken voor haar onmisbare begeleiding en ondersteuning gedurende dit hele proces. Haar expertise en inzichten hebben mij enorm geholpen om dit werk tot een goed einde te brengen.

Daarnaast ben ik de dierenartsen die hebben meegewerkt aan dit onderzoek zeer dankbaar. Dankzij hun medewerking en bereidheid om hun kennis en ervaring te delen, kon ik een helder beeld krijgen van de gangbare praktijk.

Tot slot wil ik mijn ouders, familie en vrienden bedanken. Hun voortdurende steun en aanmoediging hebben mij doorheen mijn opleiding en dit proces geholpen. Hun vertrouwen in mij was van onschatbare waarde.

Met mijn passie voor paarden en mijn interesse in medische beeldvorming beschouw ik deze bachelorproef als een waardevolle kans om mijn kennis verder te verdiepen en bij te dragen aan de medische sector binnen de paardenwereld.

Samenvatting

Radiografische screening is een fundamenteel onderdeel van de aankoopkeuring van paarden en speelt een belangrijke rol bij het opsporen van afwijkingen die de gezondheid en prestaties van het dier kunnen beïnvloeden. In België ontbreekt momenteel een eenduidig radiografisch protocol, ondanks het feit dat er toch veel keuringen worden uitgevoerd. Dit staat in contrast met buurlanden zoals Nederland en Duitsland, waar wel gestandaardiseerde protocollen bestaan. In Nederland omvat een standaardprotocol bijvoorbeeld minimaal 20 röntgenopnamen, terwijl in Duitsland een soortgelijk protocol gehanteerd wordt met 18 opnamen. Het gebrek aan uniformiteit in België leidt tot wisselende interpretaties en beoordelingscriteria tussen dierenartsen, wat kan zorgen voor misverstanden tussen kopers, verkopers en dierenartsen en daarmee de betrouwbaarheid van de keuringen beïnvloedt.

Tijdens een radiografische keuring worden standaard opnames genomen van de ondervoet, kogel, sprong en knie, omdat deze structuren vaak betrokken zijn bij orthopedische aandoeningen die de prestaties van het paard beïnvloeden. De belangrijkste aandoeningen die hierbij aan het licht kunnen komen zijn osteochondrose (OCD), artrose/spat en botcysten. Zo wordt OCD vaak opgespoord in het sprong- en kniegewricht met behulp van een lateromediale (LM) opname van het spronggewricht en een caudaal60°lateraal-craniomediaal schuine opname (Cd60°L-CrMO) van het kniegewricht. Artrose wordt voornamelijk gedetecteerd met behulp van een flexed LM-opname voor de kogels en een D45°L-PIMO-opname voor het spronggewricht. Daarnaast worden botcysten in het hofbeen zichtbaar gemaakt door middel van een dorsopalmaire röntgenopname.

Bij bepaalde type paarden, zoals dressuurpaarden, worden vaak aanvullende opnames van de rug en hals gevraagd vanwege de verhoogde kans op rug- en halsproblemen. Hoewel deze opnames niet standaard deel uitmaken van een basiskeuring, worden ze in de praktijk regelmatig toegevoegd op verzoek van de koper of op aanraden van de dierenarts.

Deze bachelorproef richt zich voornamelijk op het identificeren van de meest gebruikte radiografische opnames die dierenartsen toepassen bij de aankoopkeuring, met als doel een gestandaardiseerd protocol op te stellen. Hiervoor worden internationale protocollen, zoals die van Nederland en Duitsland, vergeleken en aangevuld met de huidige praktijken die door dierenartsen in België worden toegepast. Op basis van de verkregen literatuurstudie wordt een voorstel gedaan voor een algemeen gestandaardiseerd radiografisch protocol.

Inhoudstafel

VOORWOORD	2
SAMENVATTING	3
1 INLEIDING	6
2 DOELSTELLINGEN	7
3 LITERATUURSTUDIE	8
3.1 AANDACHTSPUNTEN BIJ HET NEMEN VAN RX-BEELDEN	8
3.1.1 <i>Stralingsveiligheid</i>	8
3.1.2 <i>Voorbereiding van de patiënt</i>	10
3.2 RADIOGRAFIE VAN DE VOET	11
3.2.1 <i>Lateromediale opname van de voet</i>	12
3.2.2 <i>Dorsopalmaire opname van de voet</i>	14
3.2.3 <i>Diagnostisch nut</i>	16
3.3 RADIOGRAFIE VAN DE KOGEL	19
3.3.1 <i>Lateromediale (flexed) opname van de kogel</i>	19
3.3.2 <i>Dorsoproximaal 10°-palmarodistaal schuine opname (DP10°-PaDO) van de kogel</i>	20
3.3.3 <i>Dorso45°lateraal-palmaromediaal schuine- (D45°L-PaMO) en dorso45°mediaal-palmarolaterale schuine (D45°M-PaLO) opname van de kogel</i>	22
3.3.4 <i>Diagnostisch nut</i>	23
3.4 RADIOGRAFIE VAN HET SPRONGGEWRICHT	27
3.4.1 <i>Lateromediale opname van het spronggewricht</i>	27
3.4.2 <i>Dorsoplantaire opname van het spronggewricht</i>	28
3.4.3 <i>Dorso45°lateraal-plantaromediaal schuine (D45°L-PIMO) opname van het spronggewricht</i>	30
3.4.4 <i>Dorso45°mediaal-plantarolateraal schuine (D45°M-PILO) opname van het spronggewricht</i>	32
3.4.5 <i>Diagnostisch nut</i>	33
3.5 RADIOGRAFIE VAN DE KNIE	35
3.5.1 <i>Lateromediale opname van de knie</i>	35
3.5.2 <i>Caudocraniale opname van de knie</i>	37
3.5.3 <i>Caudaal 60°lateraal-craniomediaal schuine (Cd60°L-CrMO) opname van de knie</i>	38
3.5.4 <i>Diagnostisch nut</i>	40
3.6 RADIOGRAFIE VAN DE HALS	42
3.6.1 <i>Latero-laterale opname van de hals</i>	42
3.7 RADIOGRAFIE VAN DE RUG	45
3.7.1 <i>Latero-laterale opname van de rug</i>	45
3.7.2 <i>Diagnostisch nut</i>	47
3.8 KEURING PAARDEN VOOR AMERIKA	48
3.8.1 <i>Dorsopalmaire/dorsoplantaire opname van de voet (op platte blok)</i>	48
3.8.2 <i>Skyline van het straalbeen</i>	49
3.8.3 <i>Lateromediale opname van de carpus</i>	50
3.8.4 <i>Dorsopalmaire opname van de carpus</i>	51
3.9 KEURING VOOR JONGE PAARDEN	53
3.10 BESTAANDE PROTOCOLLEN IN HET BUITENLAND	54
3.10.1 <i>Nederland</i>	54
3.10.2 <i>Duitsland</i>	55
5 RESULTATEN	57
6 DISCUSSIE	63
7 BESLUIT	65
LIJST VAN TABELLEN EN FIGUREN	66

Radiografisch protocol	Inhoudstafel
LIJST VAN TABELLEN	66
LIJST VAN FIGUREN.....	66
LIJST MET AFKORTINGEN.....	70
LIJST VAN BIJLAGEN	71
BIJLAGE 1: ANATOMIE PAARD	72
BIJLAGE 2: ANATOMISCHE REFERENTIEVLAKKEN EN RICHTINGSTERMEN	74
BIJLAGE 3: STANDAARD PROTOCOL NEDERLAND	76
BIJLAGE 4: RÖNTGENGIDS DUITSLAND	78
BIJLAGE 5: VOORGESTELDE BLOOTSTELLINGSGRAFIEK	92
BIJLAGE 6 TURNITIN UITPRINT	95
BRONNENLIJST	96

1 Inleiding

In Vlaanderen speelt de paardensector een aanzienlijke economische en sportieve rol. Het gebied staat bekend om zijn talrijke fokkerijen, de actieve handel in sportpaarden en een hoge exportwaarde van paarden naar binnen- en buitenland. De kwaliteit en gezondheid van paarden zijn van groot belang voor zowel professionele ruiters als investeerders, aangezien de aankoop van een paard vaak gepaard gaat met aanzienlijke financiële transacties (Timmermans et al., 2021; Viaene et al., 2003).

De verkoop van paarden is echter geen eenvoudige gebeurtenis. Naast de subjectieve aspecten zoals prestaties en bloedlijnen, is de medische gezondheid een belangrijk onderdeel bij de waardebepaling van het dier. Een paard kan op het eerste gezicht gezond lijken, maar onderliggende afwijkingen kunnen pas later aan het licht komen. Daarom worden veterinaire-technische keuringen uitgevoerd, waarbij radiografie een belangrijk diagnostisch instrument vormt. Röntgenbeelden bieden een gedetailleerd inzicht in de botstructuur van het paard en kunnen vroegtijdige tekenen van aandoeningen zoals osteochondrose, artrose of fractures aan het licht brengen.

Ondanks het belang van radiografie bij de aankoopkeuring van paarden, ontbreekt er in België een uniform protocol voor deze beeldvorming. Momenteel is het sterk afhankelijk van de dierenarts welke opnames worden genomen, wat leidt tot variaties in keuringen en mogelijke onenigheid tussen kopers en verkopers. Dit gebrek aan standaardisatie kan onzekerheid creëren en de transparantie binnen de paardensector ondermijnen.

Deze bachelorproef staat in voor het opstellen van een gestandaardiseerd radiografisch protocol voor de aan- en verkoop van paarden in België. Door middel van literatuuronderzoek wordt nagegaan welke opnames als onmisbaar beschouwd worden en hoe een uniform protocol kan bijdragen aan een objectievere en betrouwbaardere keuring. Op deze manier wordt gestreefd naar een verbetering van de radiografische beoordeling in de paardensector, met als doel de samenwerking tussen dierenartsen, kopers en verkopers te optimaliseren.

2 Doelstellingen

In deze bachelorproef wordt een radiografisch protocol opgesteld voor de aankoop- en verkoopkeuring van paarden in België. Dit protocol is gebaseerd op praktijkonderzoek waarbij Belgische dierenartsen bevraagd werden over welke radiografische opnames zij het vaakst toepassen tijdens deze keuringen. Aan de hand van hun antwoorden wordt nagegaan welke afwijkingen met deze opnames kunnen worden opgespoord en welke beelden noodzakelijk zijn om een zo correct mogelijke beoordeling van het paard te kunnen maken. Daarnaast worden bestaande protocollen uit buurlanden, zoals Nederland en Duitsland, bestudeerd en vergeleken met de Belgische praktijk. De vergelijking dient om inzicht te krijgen in de aanpak van buurlanden en om deze te kunnen afzetten tegen de Belgische praktijk. Het uiteindelijke doel is om een onderbouwd en gestandaardiseerd protocol voor te stellen dat afgestemd is op de noden van de Belgische paardensector en dat bijdraagt aan een objectieve en betrouwbare aankoopkeuring.

3 Literatuurstudie

3.1 Aandachtspunten bij het nemen van RX-beelden

Bij het hanteren van grote dieren in een staande positie is het belangrijk om zowel de veiligheid van mens als dier te waarborgen. Grote dieren kunnen snel schrikken van onbekende objecten. Het is dus belangrijk om plotselinge bewegingen en harde geluiden te vermijden. Houd rekening met het gedrag van het dier en pas de fixatie aan om optimaal in te spelen op het gedrag van het dier. Zorg voor een stabiele ondergrond die vlak en schoon is en voorzien is van antislip. De omgeving moet rustig zijn, vrij zijn van obstakels en groot genoeg zijn om veilig rond het paard te kunnen bewegen. Om het dier te kalmeren en schrikreacties te verminderen kan er gebruik gemaakt worden van sedatie. Zo worden bewegingsonscherpe beelden voorkomen. Afhankelijk van het dier kunnen verschillende strategieën worden overwogen, zoals het optillen van een ander been, het gebruik maken van een twitch, het aanbieden van voedsel of het gebruik van een tastbox indien nodig. Een ervaren persoon is onmisbaar als het paard moeilijk te hanteren is of als sedatie geen optie is. Bewegingsartefacten¹, slechte positionering van het dier of het röntgenapparaat en onvoldoende of slechte belichting zijn de meest voorkomende redenen waarom beelden opnieuw moeten genomen worden. Elke herhaling betekent extra stralingsdosis voor zowel de begeleider als het dier. Om herhaling van röntgenfoto's te voorkomen, is het van belang om voldoende tijd te besteden aan het correct positioneren van zowel het dier als de beeldreceptor, en om de centrale straal nauwkeurig te richten (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).

3.1.1 Stralingsveiligheid

Bij de toepassing van stralingsveiligheid op dieren gelden dezelfde basisprincipes, ongeacht of het om kleine of grote dieren gaat. Echter, bij het hanteren van grote dieren krijgt fysieke veiligheid vaak prioriteit boven stralingsveiligheid. Het is daarom van groot belang om voortdurend rekening te houden met de drie fundamentele stralingsveiligheidsprincipes: afscherming, afstand en tijd (Brown & Brown, 2021).

Gebruik van draagbare röntgenapparatuur

Draagbare röntgenapparaten zijn bijzonder geschikt voor dierenartsen in ambulante praktijken, omdat ze gemakkelijk naar de locatie van de klant kunnen worden gebracht en op elke plek met toegang tot stroom kunnen worden opgesteld. Deze apparaten kunnen zowel mA⁻² als kV-waarden³ gelijktijdig leveren, wat voldoende is voor het maken van röntgenfoto's van de distale ledematen van paarden, de schedel en de craniale cervicale wervelkolom. Vanwege de lagere mA-capaciteit is er een grotere kans op bewegingsonscherpte in vergelijking met de krachtigere modellen (Weaver & Barakzai, 2009). Draagbare röntgenapparaten kunnen een verhoogd risico op stralingsblootstelling met zich meebrengen doordat ze flexibel inzetbaar zijn en in verschillende richtingen kunnen worden gericht. Door hun beperkt vermogen hebben ze doorgaans langere belichtingstijden nodig om beelden van goede kwaliteit te produceren. Dit verhoogt het risico op blootstelling voor personen die zich in de baan van de röntgenstraal, in de nabijheid van het apparaat of dicht bij de stralingsbundel bevinden. Om dit risico te minimaliseren is het belangrijk dat alle betrokken personen passende

¹ Bewegingsartefacten: Verstoringen in meetgegevens of beelden die worden veroorzaakt door beweging van de patiënt, het apparaat of de omgeving.

² mA-waarden (milliampère): Regelt de hoeveelheid straling.

³ kV-waarden (kilovolt): Regelt de kracht van de straling.

beschermingsmiddelen dragen, zoals loodschorten, schildklierbeschermers en een persoonlijke dosimeter (Brown & Brown, 2021).

Blootstelling aan straling beperken

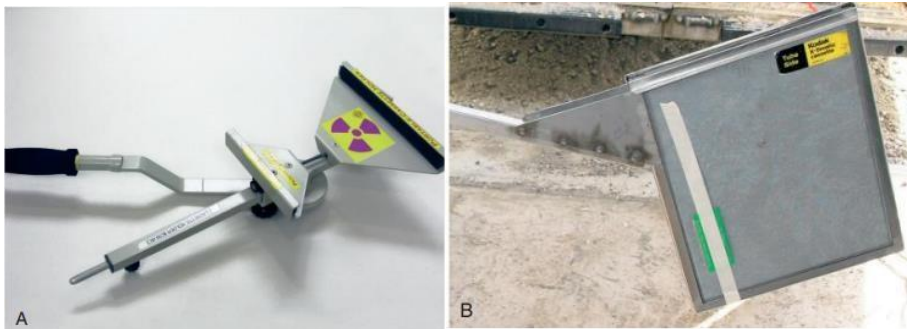
Personeel dat zich bevindt in een gebied waar er risico is op stralingsblootstelling, ook wel een “gecontroleerd gebied” genoemd, dient geschikte beschermende kleding te dragen. Werknemers die in dit gebied werken moeten naast een loodschort, loodhandschoenen en een schildklierbeschermmer, ook een persoonlijke stralingsdosimeter (Figuur 1) onder hun beschermende kleding dragen. Deze dient regelmatig gecontroleerd te worden om te verzekeren dat de persoon geen schadelijke hoeveelheden straling oploopt. Alle persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) moeten regelmatig worden gecontroleerd en onderhouden. Dit onderhoud is noodzakelijk om zwakke plekken of schade, zoals scheuren of slijtage, tijdig op te sporen en te verhelpen. Op deze manier blijven de beschermingsmiddelen effectief in het beperken van stralingsrisico's. Een correcte opslag van PBM's is noodzakelijk om hun effectiviteit te behouden. Vermijd het opvouwen van loodschorten en handschoenen, omdat dit kan leiden tot beschadiging van het materiaal. Klanten die helpen tijdens röntgenonderzoeken moeten minimaal 16 jaar oud zijn, niet zwanger, en zich bewust zijn van de mogelijke stralingsrisico's (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 1: Stralingsdosimeter (Weaver & Barakzai, 2009)

Belang van afstand en hulpmiddelen

Het is van groot belang om de afstand tussen de personen in het gecontroleerde gebied en de primaire röntgenstraal zo groot mogelijk te houden, aangezien dit fundamenteel is om de blootstelling aan röntgenstraling te minimaliseren. Dit kan worden bereikt door gebruik te maken van hulpmiddelen zoals cassettehouders (Figuur 2 A&B) in plaats van cassettes handmatig vast te houden, en waar mogelijk een statief te gebruiken om het röntgenapparaat te ondersteunen. Het gebruik van deze hulpmiddelen maakt het mogelijk voor de operator om tijdens het maken van opnamen een grotere afstand tot de stralingsbron te behouden (Brown & Brown, 2021). Daarnaast kan men een houten blok als ondersteuning gebruiken om het handmatig vasthouden van het paard te vermijden. Het opstellen van een specifiek blootstellingsschema voor verschillende röntgenbeelden, aangepast aan het systeem dat wordt gebruikt en de grootte van het paard (Bijlage 1), kan bijdragen aan het verminderen van het aantal herhalingen van röntgenfoto's als gevolg van onjuiste blootstelling (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 2 A & B: Cassettehouders (Brown & Brown, 2021)

Stralingsbronnen

De primaire röntgenstraal is de belangrijkste bron van straling bij röntgenonderzoeken van paarden. Daarnaast is er ook sprake van verspreide straling, vooral bij hoge blootstellingen. Een hoge blootstelling betekent dat er meer röntgenstraling nodig is om een duidelijk beeld te krijgen, met name bij dikke of diepe lichaamsdelen zoals de proximale ledematen, de nek of de thorax. Dit leidt ook tot een toename van verspreide straling, waardoor de stralingsblootstelling voor mensen in de omgeving toeneemt. Bovendien verhoogt het gebruik van een horizontale röntgenstraal, zoals vaak wordt toegepast bij standaardbeelden van het paard, het risico op blootstelling aan de primaire straal voor het personeel. Dit in tegenstelling tot röntgenbeelden van kleine dieren, waarbij doorgaans een verticaal georiënteerde straal wordt gebruikt. Door het gebruik van een lichtstraaldiafragma (Figuur 3) kan de grootte van de primaire straal worden beperkt door middel van collimatie. Hierbij wordt de röntgenstraal beperkt tot het te onderzoeken gebied, zodat er geen onnodige straling naar andere delen van het lichaam of de omgeving worden gestuurd (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 3: Het lichtstraaldiafragma
(Weaver & Barakzai, 2009)

3.1.2 Voorbereiding van de patiënt

Een goede voorbereiding van de patiënt is onmisbaar voor een succesvol radiografisch onderzoek. Dit draagt niet alleen bij aan het verkrijgen van hoogwaardige beelden, maar minimaliseert ook de stralingsblootstelling voor zowel de patiënt als het betrokken personeel. Veel voorkomende oorzaken van herhaalde opnames zijn bewegingsonscherpte, incorrecte positionering van de patiënt of de primaire stralenbundel en een verkeerde belichting. Het voorkomen van heropnames is van groot belang om overmatige blootstelling aan straling te vermijden. Bewegingsonscherpte kan vaak worden verminderd door het paard vooraf te sederen. Hiervoor kunnen middelen zoals detomidine of romifidine worden gebruikt, eventueel in combinatie met butorfanol. De keuze van het sedatief en de juiste dosering moeten worden afgestemd op zowel het temperament van het paard als de vereisten van de radiografische procedure. Daarnaast helpt een nauwkeurige positionering van de patiënt en de cassette, in combinatie met een correcte afstelling van de primaire bundel, om fouten en herhalingen te minimaliseren. Om beeldafwijkingen te voorkomen is het belangrijk dat de vacht schoon is en vrij van vuil of andere verontreinigingen. Samengeklit of nat haar kan zorgen voor verstoringen op beeld. Daarom is het aanbevolen om de vacht goed droog te maken en, indien nodig, grondig te borstelen (Brown & Brown, 2021).

3.2 Radiografie van de voet

Voor een standaard radiografisch onderzoek van de ondervoet worden doorgaans twee opnames gemaakt van de voorbenen: een lateromediale (LM) opname en een dorsopalmaire⁴ opname (DPa). Er wordt bij deze opnames gebruik gemaakt van een podoblok.

Het radiografisch onderzoek van de ondervoet begint met een zorgvuldige voorbereiding van de hoof. Eerst moeten de hoefijzers worden verwijderd. Vervolgens dienen de straalgroeven grondig gereinigd te worden en opgevuld te worden met een materiaal dat een vergelijkbare radiografische dichtheid heeft, zoals plasticine, methylcellulose of zachte zeep (Figuur 4). Dit om gasvlekken die door de groeven van de hoof worden veroorzaakt te vermijden. Het verwijderen van de schoen, het reinigen van de zool en het trimmen van de voet zijn niet vereist wanneer enkel een lateromediaal beeld van de teen nodig is (Brown & Brown, 2021).



Figuur 4: Hoef opgevuld met plasticine (Brown & Brown, 2021)

Vanwege de constructie van röntgenapparaten kan de primaire straal meestal niet dichterbij dan ongeveer 10 cm bij de vloer komen. Daarom is het vaak nodig om een positioneringsblok (Figuur 5), ook wel podoblok genoemd, te gebruiken om de voet te verhogen. Dit helpt bij het verkrijgen van duidelijke beelden van de voet en koot tijdens de beeldvorming. Zorg ervoor dat het röntgenapparaat altijd correct is afgesteld zodat de primaire straal alleen het interessegebied omvat. Vermijd direct of fel licht zodat het geleidelicht van de collimator⁵ goed zichtbaar blijft. Wees altijd bewust van waar de horizontale straal naartoe is gericht en waar mensen zich bevinden; gebruik indien mogelijk een cassettehouder. Om de belichtingstijd te verkorten, gebruik een snelle combinatie van film en scherm als je dit systeem gebruikt. Houd er rekening mee dat bij digitale beeldvorming het algoritme afhankelijk is van de juiste collimatie (Brown & Brown, 2021).



Figuur 5: Positioneringsblok (Brown & Brown, 2021)

Een cassettetunnel (Figuur 6) is ook handig voor digitale beelden om de beeldreceptor te beschermen bij dorsopalmaire opnamen van de voet. Een cassettetunnel kan worden aangeschaft of gemaakt van radiolucent hout (zonder spijkers) of stevig, doorzichtig plastic dat sterk genoeg is om het gewicht van een paard te dragen. Om het wegschuiven van de hoof te voorkomen, kan het oppervlak bedekt worden met duct tape of kan er gebruik gemaakt worden van een muismat of een stuk yoga mat tussen de hoof en de tunnel. Bij het gebruik van een voetblok moet dit hoog genoeg zijn zodat de straal, wanneer de hoof erop rust, horizontaal op het gewenste gebied kan worden gericht. Het blok heeft idealiter een gleuf om de cassette stevig te ondersteunen en zo vervorming te beperken. Voor een gelijkmatige gewichtsverdeling is het belangrijk dat beide voorbenen op een voetblok staan. Als alleen de aangedane hoof op het blok staat, kan dit leiden tot verkeerde druk op de gewrichten van de distale ledematen, wat mogelijks de diagnose kan beïnvloeden. Als een gelijkmatige gewichtsverdeling niet vereist is, kan het tegenoverliggende been worden opgetild om het volledige gewicht te dragen en beweging te voorkomen. Zorg ervoor dat de beeldreceptor zo dicht mogelijk bij en parallel aan het ledemaat wordt geplaatst, om de afstand tussen het object en de film te verkleinen en vervorming te voorkomen. De aanbevolen hoek ten opzichte van de grond

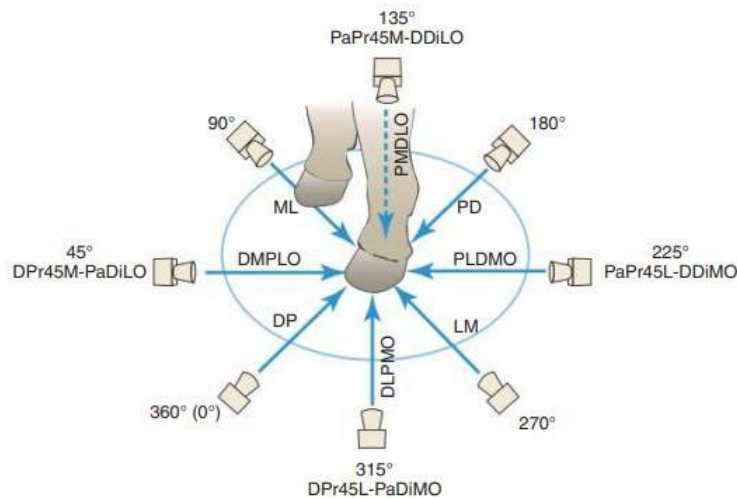
⁴ Dorsopalmaire (DP): Gebruikt voor de voorbenen, waarbij de röntgenstralen van de dorsale zijde (voorkant van het been) naar de palmaire zijde (achterkant van het been) lopen.

⁵ Collimator: Een systeem dat een evenwijdige stralenbundel vormt.

hangt af van de positie van de ledematen van het dier. De centrale straal moet altijd loodrecht gericht zijn op de as van de te röntgenen ledemaat (Brown & Brown, 2021).



Figuur 7: Voorbeelden van cassetetunnels (Brown & Brown, 2021)



Figuur 6: Terminologie van de aanzichten van de proximale ledematen van het paard. Binnenste cirkel: Veelgebruikte terminologie en invalshoeken. Buitenste cirkel: Juiste richtingstermen voor de schuine aanzichten genomen ter hoogte van de metacarpus. P en Pa, palmar; D, dorsaal; Pr, proximaal; Di, distaal; M, mediaal; L, lateraal; O, oblique/schuin (Brown & Brown, 2021)

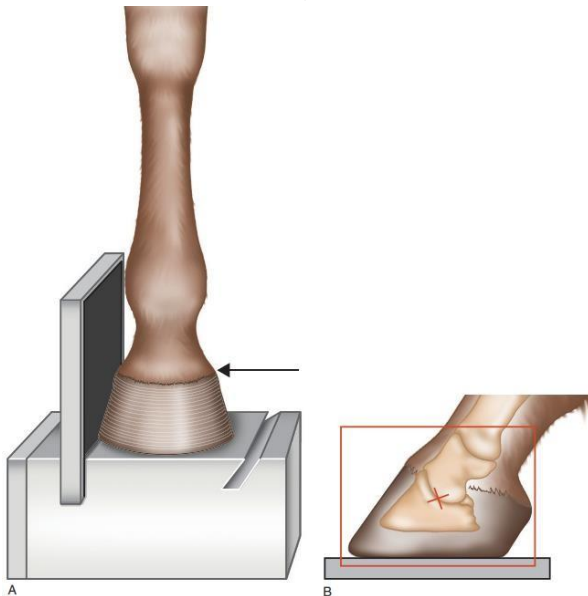
3.2.1 Lateromediale opname van de voet

In het kader van het opstellen van een radiografisch protocol voor paarden is het noodzakelijk om een gedetailleerd en goed gestructureerd beeld te verkrijgen van de ondervoet. De lateromediale opname van de ondervoet is een van de meest waardevolle röntgenfoto's voor de diagnose en evaluatie van aandoeningen die de distale structuren van de voet beïnvloeden, zoals hoefbevangenheid, artrose van het distale interfalangeale gewricht, en hoefkatrolontsteking (Weaver & Barakzai, 2009).

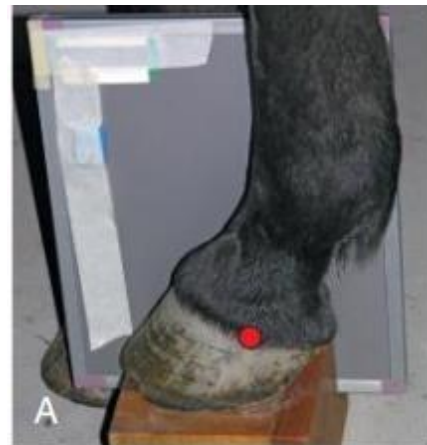
3.2.1.1 Positionering

De voet van het paard moet stevig op een podoblok geplaatst worden, zodat de zool volledig zichtbaar is in de opname. Dit zorgt ervoor dat alle belangrijke structuren van de voet goed gevisualiseerd kunnen worden, inclusief de zool en het omliggende zachte weefsel (Weaver & Barakzai, 2009). Het paard bevindt zich idealiter in een natuurlijke, gewicht dragende positie. Voor een nauwkeurige bepaling van het onderste cijfer (digit) is het van belang dat een vierkante houding

wordt aangenomen op een vlakke ondergrond. De beeldreceptor wordt verticaal gepositioneerd aan de mediale zijde van het interessegebied. De straal moet steeds evenwijdig aan de grond zijn en in een hoek van 90 graden ten opzichte van het midsagittale vlak op het interessegebied gericht worden, zodat deze loodrecht staat op de verticaal geplaatste beeldreceptor (Brown & Brown, 2021). Het centreren van de straal is van groot belang. De straling wordt evenwijdig aan de hielballen gericht en gecentreerd op het hoefgewricht, wat zich 1 cm onder de kroonrand bevindt. Het is belangrijk om de röntgenstraal nauwkeurig te collimeren om een goed begrensd beeld van de voet te verkrijgen, zonder overbodige röntgenblootstelling aan omliggende structuren (Butler et al., 2017; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 9: Lateromediale positionering van de voet, cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)

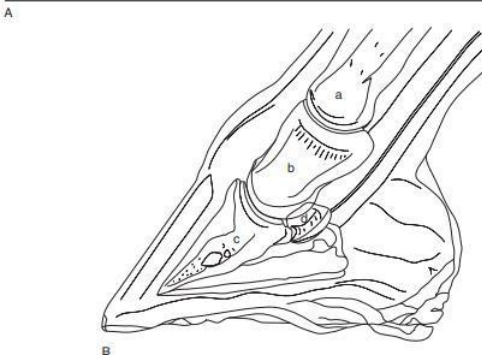
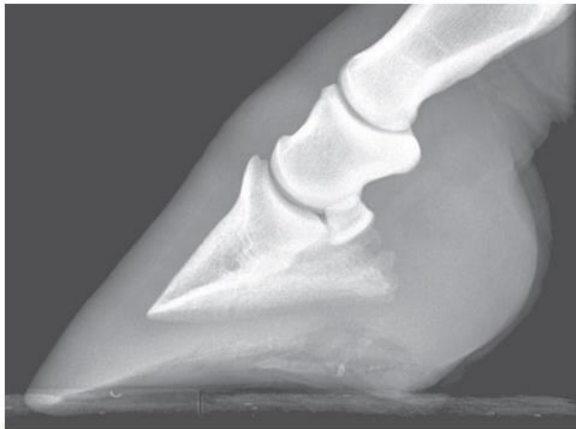


Figuur 8: Positionering voor een lateromediale opname van de voet met behulp van een blok (Brown & Brown, 2021)

3.2.1.2 Weergave structuren

In de lateromediale opname van de ondervoet moeten alle belangrijke anatomische structuren duidelijk in beeld worden gebracht. Dit is noodzakelijk voor het verkrijgen van gedetailleerde informatie over de gezondheid van de voet en het vaststellen van eventuele afwijkingen. Allereerst is het belangrijk dat de gehele hoefwand zichtbaar is, zowel de dorsale als de ventrale delen. Dit maakt het mogelijk om afwijkingen zoals scheuren of verklevingen te identificeren. Daarnaast speelt de distale falanx (P3) een cruciale rol in de beoordeling van de voet. Het is van groot belang dat de vorm, oriëntatie en mogelijke pathologieën van de distale falanx goed zichtbaar zijn, aangezien aandoeningen zoals hoefbevangenheid of fracturen vaak in dit gebied voorkomen. De opname moet ook het distale deel van de middelste falanx (P2) duidelijk weergeven. Dit maakt het mogelijk om afwijkingen in het interfalangeale gewricht of veranderingen in de vorm van de falanx te detecteren. Verder moet het distale deel van de proximale falanx (P1) zichtbaar zijn, omdat dit fundamenteel is voor het beoordelen van de relatie tussen de verschillende falangen. Dit is van belang voor het evalueren van gewrichtsaandoeningen of de positie van de falangen. Het straalbeen, dat een belangrijke rol speelt in de structurele integriteit van de voet, moet eveneens goed in beeld worden gebracht om afwijkingen zoals fracturen of misvormingen te kunnen detecteren. Ten slotte moeten de distale en proximale interfalangeale gewrichten duidelijk zichtbaar zijn. Dit maakt het mogelijk om eventuele tekenen van artrose of andere gewrichtsaandoeningen vast te stellen. De lateromediale opname biedt een gedetailleerd overzicht van de afstand tussen de gewrichtsvlakken, wat noodzakelijk is

voor de diagnose van gewrichtsontstekingen. Het is dus van groot belang dat al deze anatomische structuren correct en volledig in beeld worden gebracht om een nauwkeurige beoordeling van de voetgezondheid te kunnen maken (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 10: Lateromediaal radiografisch beeld van de voet. a – proximale falanx (P1), b – middelste falanx (P2), c – distale falanx (P3), d – straalbeen (Weaver & Barakzai, 2009)

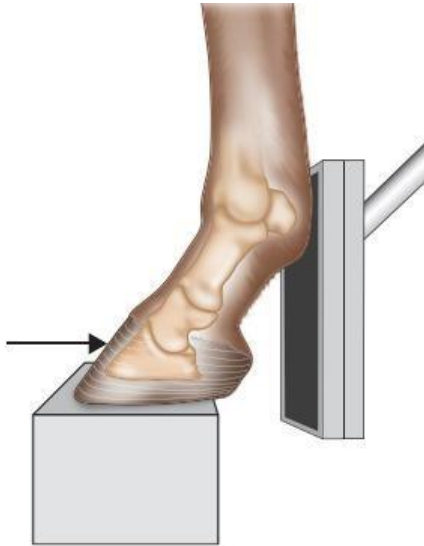
3.2.2 Dorsopalmaire opname van de voet

In het kader van een radiografisch protocol voor paarden is het dorsopalmair (DPa) aanzicht van de voet een aanvullende opname die specifieke diagnostische waarde heeft. Hoewel het minder veelzijdig is dan andere röntgenbeelden, biedt deze opname unieke inzichten die bijdragen aan een volledig beeld van de voet. Het DPa-aanzicht is vooral nuttig voor het beoordelen van bepaalde aspecten van de voet, zoals lateromediale onevenwichtigheden, fracturen van de distale falanx, en verbening van het collaterale kraakbeen van de distale falanx (P3) (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).

3.2.2.1 Positionering

De beeldreceptor wordt verticaal achter de voet geplaatst om een volledig dorsopalmair beeld van de voet vast te leggen. Het is belangrijk dat de beeldreceptor stevig en stabiel staat om beweging tijdens de opname te voorkomen. Voor een correcte positionering wordt de voet op een vlak blok geplaatst, waardoor deze op het niveau van de röntgenbuis komt en de horizontale straal evenwijdig aan de grond blijft. De horizontale röntgenbalk wordt nauwkeurig gecentreerd op de dorsale hoofwand, met het exacte punt van centreren halverwege tussen de zool en de kroonrand. Dit zorgt ervoor dat zowel de bovenste als de onderste delen van de hoofwand duidelijk zichtbaar zijn. De collimatie wordt zo ingesteld dat de volledige voet, inclusief omliggend weefsel dat diagnostisch

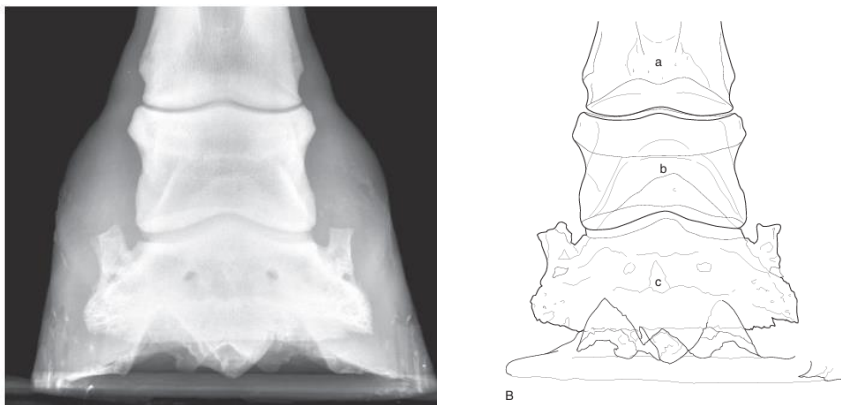
relevant kan zijn, binnen het bereik van de straling valt. Het is ook belangrijk dat de vleugels van het hofbeen en de distale sesamoïden gelijkmatig verdeeld zichtbaar zijn. Voor optimale resultaten wordt de centrale straal gericht op het midsagittale vlak van het pedaalbeen, ongeveer 2 cm boven de dorsale kroonrand. Deze nauwkeurige positionering en afstemming zorgen voor een helder en bruikbaar beeld van de voet voor diagnostische doeleinden (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 13: Dorsopalmaire/dorsoplantaire positionering van de voet, cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)

3.2.2.2 Weergave structuren

Het DPa-aanzicht moet een helder en gedetailleerd beeld bieden van verschillende belangrijke structuren in de voet. Allereerst is het belangrijk dat de volledige hofwand goed zichtbaar is, aangezien dit noodzakelijk is voor het beoordelen van de lateromediale balans en het identificeren van eventuele structurele afwijkingen. Daarnaast moeten het hofbeen (P1) en het straalbeen duidelijk in beeld worden gebracht. Ook de middelste falanx (P2) dient zichtbaar te zijn, samen met de distale falanx (P3). Een helder beeld van P3 is van groot belang, omdat het de mogelijkheid biedt om fracturen of andere afwijkingen in deze structuur nauwkeurig te diagnosticeren (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 14: Dorsopalmaire gewicht dragend radiografisch beeld van de voet. A – proximale falanx, B – middelste falanx, C – distale falanx (Weaver & Barakzai, 2009)

3.2.3 Diagnostisch nut

Tijdens het beoordelen en maken van röntgenopnames van de ondervoet ligt de focus op het beoordelen van de straalbeenderen. Hierbij worden verschillende parameters geanalyseerd, waaronder de bottextuur (zoals sclerose en zones van opklaring), de vaatkanalen (aantal, breedte, hoogte en vorm), de contouren (zoals nieuwbeenvorming of defecten) en de vorm van het straalbeen. De beoordeling van deze aspecten leidt uiteindelijk tot een risicoclassificatie die een globaal beeld van het straalbeen weergeeft (Pille et al., 2010).

Tabel 1: Radiografische classificatie van het straalbeen (Dik, 1992)

Radiografische bevindingen			
Score	Bottextuur	Vaatkanalen	Vorm en contour
0	Normale trabeculaire structuur, duidelijk onderscheid tussen de spongiosa en de compacta van de <i>flexor cortex</i>	Niet zichtbaar, eventueel verschillende (0,1-0,3 mm) conische kanalen	Variabele vorm, bilateraal symmetrisch
1	Normale trabeculaire structuur, duidelijk onderscheid tussen de spongiosa en de compacta van de <i>flexor cortex</i>	Enkele korte, verwijde (1-3 mm), puntige of conische kanalen	Onregelmatige distale contour
2	Minimale osteoporose of sclerose, vervagen van het onderscheid tussen de spongiosa en de compacta van de <i>flexor cortex</i>	Vele korte of enkele matig diep penetrerende, verwijde (1-3 mm), puntige of conische kanalen	'Straalbeenchip(s)'
3	Uitgebreide osteoporose of sclerose, het onderscheid tussen de spongiosa en de compacta van de <i>flexor cortex</i> is verdwenen	Vele matig diep penetrerende of enkele diep penetrerende, verwijde (1-3 mm), puntige, conische of ronde kanalen	Beperkte nieuwbeenvorming langs de proximale contour of kleine enthesiofyt (<i>spur</i>) ter hoogte van het laterale of mediale uiteinde van het straalbeen
4	Cysteuze radiolucentie	Vele diep penetrerende, verwijde (1-3 mm), puntige, conische of ronde kanalen, eventueel omgekeerd flesvormige kanalen (<i>lollypop</i>)	Uitgebreide nieuwbeenvorming langs de proximale contour, grote enthesiofyt(en), onregelmatige contour of erosie ter hoogte van de <i>flexor cortex</i> , fractuur

Bij het beoordelen van straalbeenderen is het soms lastig om het verschil te zien tussen normale variaties en echte afwijkingen. Dit geldt vooral voor de beoordeling van vaatkanalen, waarbij het risico op overinterpretatie groot is. In Nederland wordt de beoordeling vaak gedaan met een numeriek scoresysteem, gebaseerd op het werk van Dik (1992). In dit systeem krijgt een straalbeen een score van 0 tot 4 (zie Tabel 1). Scores van 0 tot 2 worden als normaal beschouwd, terwijl een score van 3 of 4 wijst op een duidelijke afwijking. Hoewel dit systeem numeriek is, komt het in de praktijk overeen met de eerder gebruikte kwalitatieve beoordeling, omdat het nog steeds een globale inschatting van het straalbeen betreft. Een uitzondering hierop is de manier waarop straalbeenfragmenten worden beoordeeld. In de oorspronkelijke classificatie van Dik (1992) vielen deze fragmenten onder klasse 2 en werden ze dus als acceptabel gezien. Latere onderzoeken (Wright, 1993; Wright et al., 1998) tonen echter aan dat de aanwezigheid van straalbeenfragmenten mogelijk samenhangt met hoefkatrolproblemen (Pille et al., 2010). Daarom wordt tegenwoordig aangenomen dat deze fragmenten een risicofactor vormen voor podotrochleose, ook wel bekend als hoefkatrolontsteking (Dyson et al., 2011).

In de radiografie worden verschillende opnames gemaakt om de straalbeenderen in beeld te brengen. In een standaard radiografisch protocol worden echter slechts twee opnames gebruikt: de lateromediale (LM) en de dorsopalmaire (DPa) opname. Bij de LM-opname ligt de focus op de beoordeling van de buig- en gewrichtscortex van het straalbeen. Hierbij wordt specifiek gelet op het al dan niet aanwezige corticomedullaire onderscheid⁶. De DPa-opname wordt daarentegen gebruikt om de proximale grens van het straalbeen te evalueren (Farrow, 2005).

Er zijn ook nog enkele andere verschillende afwijkingen die zichtbaar kunnen worden gebracht tijdens een standaard radiologisch onderzoek. Zo wordt er ook gekeken naar losse botfragmenten bij de processus extensorius van het hofbeen, verbening van de hofkraakbeenderen, cystes in het hofbeen of fragmenten bij het kroongewricht. Bij het inschatten van het risico van deze afwijkingen spelen verschillende factoren een rol (Pille et al., 2010). Voor fragmenten van de processus extensorius is de grootte en vorm belangrijk. Een groot en onregelmatig fragment kan meer problemen veroorzaken dan een klein en afgerond fragment (Hertsch & Höppner, 1998). De fragmenten worden het gemakkelijkst opgespoord met een lateromediale opname (Floyd & Mansmann, 2007; Watts, 2017). Over het algemeen kunnen gewrichtsfragmenten veroorzaakt worden door osteochondrose of trauma (Baxter, 2020). Dit geldt ook voor het kroongewricht, al komen fragmenten op deze locatie slechts zelden voor (Baxter, 2020; McIlwraith & Goodman, 1989; Schneider et al., 1994). Het kroongewricht is een gevoelig gewricht, wat betekent dat zelfs kleine afwijkingen hier vaak tot klinische problemen leiden (Demeer, 2025, januari 28). Om dergelijke fragmenten volledig uit te sluiten, zijn röntgenopnames in vier richtingen aan te raden: dorsopalmair (DPa), lateromediaal (LM), dorsolateraal palmar/plantaromediaal oblique (DLPMO) en dorsomediaal palmar/plantarolateraal oblique (DMPLO) (Schneider et al., 1994). In de praktijk wordt er in een standaard radiografisch protocol vaak enkel een LM- en DPa-opname gemaakt. Extra oblique opnames kunnen genomen worden als de eerste beelden afwijkingen tonen of als er een vermoeden is van een fractuur (Demeer, 2025, januari 28).

Bij een botcyste in het hofbeen is het vooral van belang of deze in verbinding staat met het hofgewricht, omdat dit de impact op het paard beïnvloedt. De cysten bevinden zich doorgaans langs het midsagittale vlak en zijn het beste zichtbaar op een dorsopalmaire röntgenopname (Farrow, 2005). Verbening van de hofkraakbeenderen wordt op zichzelf niet gezien als een directe oorzaak van kreupelheid. Er is echter wel een vermoeden dat deze verbening kan bijdragen aan andere problemen in de voet, al is dit nog niet onomstotelijk bewezen (Pille et al., 2010).

Ook artrose, ook wel bekend als osteoarthritis, is een aandoening die vaak wordt gecontroleerd tijdens een radiografische keuring van paarden. Het is een degeneratieve gewrichtsaandoening die veel voorkomt in de gewrichten van de ledematen bij paarden. Artrose wordt gekenmerkt door slijtage van het kraakbeen, wat leidt tot pijn, stijfheid en bewegingsbeperkingen van het aangetaste gewricht (Souza, 2016). In de vroege stadia van de aandoening treedt vaak beschadiging van het gewrichtskraakbeen op, evenals een verminderde gewrichtsruimte, wat soms moeilijk waarneembaar is op röntgenfoto's (McIlwraith et al., 2012). Naarmate de artrose vordert veroorzaakt overbelasting van de gewrichtsvlakken subchondrale botsclerose⁷, wat kan leiden tot schade of verlies van de botstructuur, of tot het ontstaan van cyste-achtige laesies⁸ in het

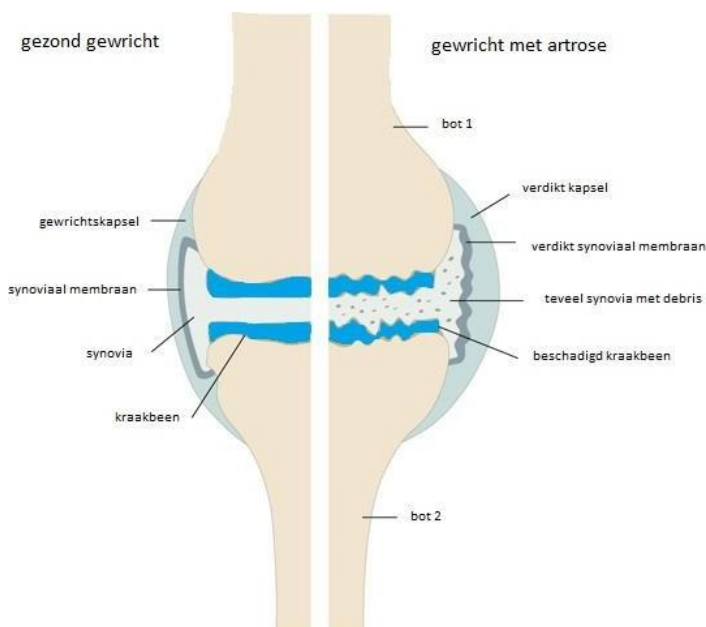
⁶ Corticomedullair onderscheid: Het verschil in zichtbaarheid tussen de compacte buitenste laag van het bot (cortex) en het sponsachtige binnenste botweefsel (merg of medulla) op een röntgenopname.

⁷ Subchondrale botsclerose: de verdichting/verharding van het bot direct onder het gewrichtskraakbeen.

⁸ Laesies: Beschadiging aan weefsel als gevolg van een aandoening, verwonding of ingreep.

subchondrale bot⁹. Daarnaast kunnen er osteofyten¹⁰ ontstaan aan de randen van de gewrichtsvlakken, die in sommige gevallen aanzienlijk groot kunnen worden (Yang et al., 2001).

De meest fundamentele röntgenopnames voor de beoordeling van het hoefgewricht zijn de lateromediale (LM) en dorsopalmaire (DP) projecties. Deze standaardbeelden bieden een duidelijk overzicht van de gewrichtsruimte en de algemene botstructuur en worden beschouwd als noodzakelijk voor een betrouwbare evaluatie. Kummer et al. (2004) benadrukten het belang van een gestandaardiseerde techniek bij het maken van deze opnames, om zo de betrouwbaarheid van metingen te garanderen en de diagnostische waarde te optimaliseren. Aanvullend op deze basisopnames wordt vaak gebruikgemaakt van een dorsopalmaire projectie onder een hoek van 65°, gecombineerd met een 45° lateromediale oblique projectie. Deze schuine opnames verbeteren de visualisatie van de gewrichtsranden en maken het mogelijk om subtiele osteoartrische veranderingen, zoals beginnende botsporen of verkalkingen in ligamentaire structuren, beter te detecteren. Een andere waardevolle opname is de gebogen (flexed) laterale projectie. Deze opname maakt een meer gedetailleerd overzicht van de dorsale en palmaire contouren van het hoefgewricht mogelijk. Dit is met name van belang bij paarden die pijn vertonen en moeite hebben met het belasten van het getroffen been, omdat vroege degeneratieve veranderingen hiermee beter opgespoord kunnen worden. Specifiek voor de beoordeling van het straalbeen zijn enkele aanvullende projecties onmisbaar. De palmaro-45° tot 55° proximale-palmarodistale oblique projectie, ook bekend als de naviculaire "skyline-opname", biedt gedetailleerd zicht op het flexoroppervlak van het straalbeen en het aanhechtingsgebied van de diepe buigpees. Deze opname is bijzonder waardevol bij de evaluatie van afwijkingen zoals corticale erosies of andere veranderingen in de botstructuur (Redden, 2003). Daarnaast is de dorso-55° proximale-palmarodistale oblique projectie (ook wel bekend als de "upright pedal" of D55°Pr-PaDiO-opname) van groot belang. Deze opname, samen met de eerder genoemde skyline-techniek, benadrukt het straalbeen en maakt het mogelijk pathologische veranderingen zoals sclerose, cystes of afwijkingen aan de gewrichtsoppervlakken vroegtijdig te detecteren (Hinkle & Barrett, 2024).



Figuur 15: Gezond gewricht versus artrotisch gewricht (Raaphorst)

⁹ Subchondrale bot: Het deel van het bot dat zich onder het kraakbeen bevindt.

¹⁰ Osteofyten: Abnormale botuitgroeiingen die zich vormen aan de randen van gewrichten.

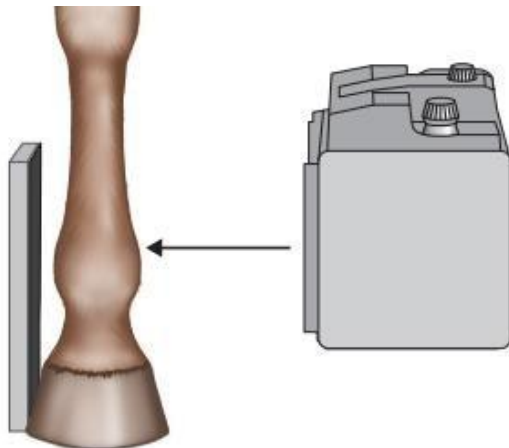
3.3 Radiografie van de kogel

Voor een standaard radiografisch onderzoek van de kogel worden doorgaans vier opnames gemaakt per kogel: een lateromediale opname, een dorsopalmaire/dorsoplantaire opname en 2 schuine opnames onder een hoek van 45° (D45°L-PaMO en D45°L-PIMO). Het kogelgebied bestaat uit de proximale falanx, het distale deel van de metacarpus (vooraan) of metatarsus (achteraan), en de gepaarde proximale sesambeenderen (Weaver & Barakzai, 2009).

3.3.1 Lateromediale (flexed) opname van de kogel

3.3.1.1 Positionering

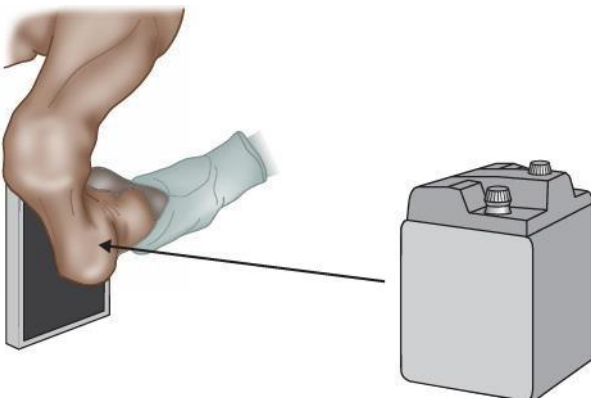
Voor het maken van een correcte lateromediale opname wordt de cassette aan de mediale zijde van het gewricht geplaatst, rustend op de grond of op een klein blokje. De röntgenstraal wordt gecentreerd op de laterale epicondylus van het distale derde middenhandsbeentje. Hierbij is het belangrijk dat de bundel horizontaal en evenwijdig aan de hielbollen wordt gepositioneerd (Weaver & Barakzai, 2009). Het uitlijnen van de straal langs een denkbeeldige lijn die raakt aan de hielbollen zorgt voor een nauwkeurig lateromediaal beeld. Het palperen van de mediale en laterale epicondylen van het derde middenhandsbeentje kan helpen om de positie nauwkeurig te bepalen. Als de gewrichtsruimte op de opname niet duidelijk zichtbaar is, kan het nodig zijn om het paard opnieuw te positioneren (Brown & Brown, 2021).



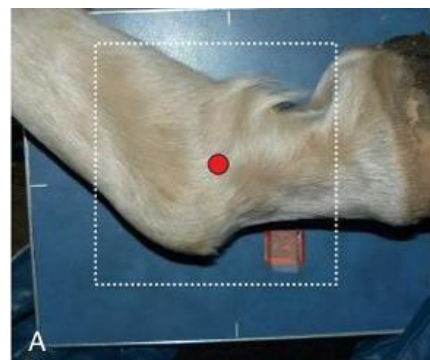
Figuur 17: Lateromediale positionering van de kogel, cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 16: Positionering voor een lateromediale opname van de kogel (Brown & Brown, 2021)



Figuur 19: Lateromediale flexed positionering van de cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)



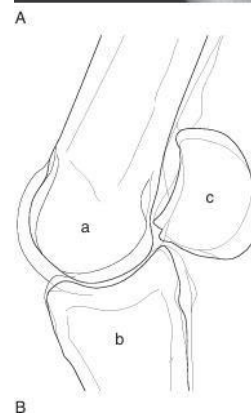
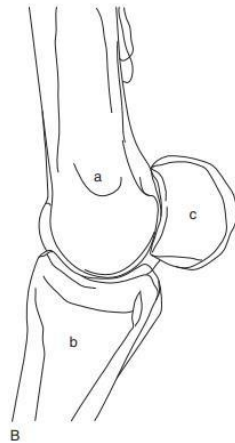
Figuur 18: Positionering voor een flexed lateromediale opname van de kogel (Brown & Brown, 2021)

3.3.1.2 Weergave structuren

Deze opname omvat het kogelgewricht, samen met een deel van de botstructuren boven (proximaal) en onder (distaal) het gewricht. Een correcte lateromediale opname laat de metacarpale condylen en de over elkaar liggende sesambeenderen zien, met een goed zichtbare gewrichtsruimte (Brown & Brown, 2021).



Figuur 20: Lateromediaal radiografisch beeld van een normale kogel bij een volwassen paard (voorbeen). a – Metacarpus, b – Proximale falanx (P1), c – Gesuperponeerde mediale en laterale sesambeenderen (Weaver & Barakzai, 2009)



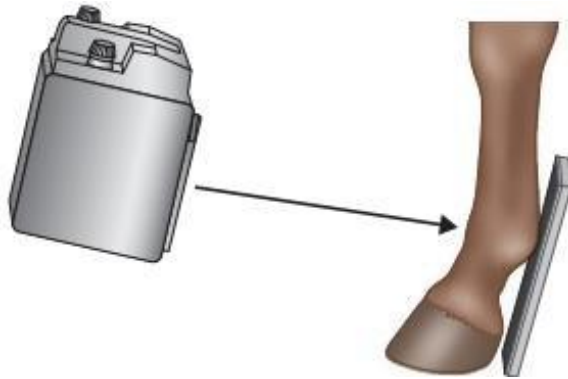
Figuur 21: Lateromediaal flexed radiografisch beeld van de kogel. a – Metacarpus, b – Proximale falanx (P1), c – Gesuperponeerde mediale en laterale sesambeenderen (Weaver & Barakzai, 2009)

3.3.2 Dorsoproximaal10°-palmarodistaal schuine opname (DP10°-PaDO) van de kogel

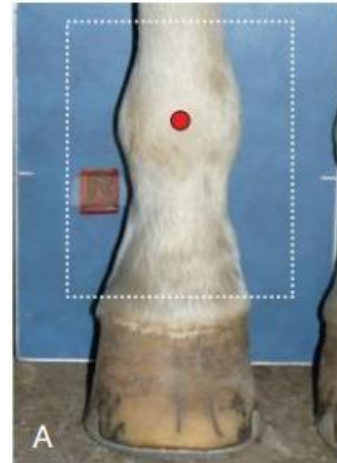
Deze methode is een aangepaste versie van de dorsopalmaire kogelweergave, die vaak de DPa-weergave wordt genoemd. Het belangrijkste verschil is dat de röntgenstraal niet horizontaal wordt gericht, maar onder een proximale hoek (wat betekent dat de straal schuin van boven naar beneden komt). Hierdoor wordt voorkomen dat de sesambeenderen de gewrichtsruimte blokkeren op de röntgenfoto. Voor het achterbeen moet de straal 15-20° schuin staan ten opzichte van het bovenste deel van het been, wat zorgt voor een betere beeldvorming (Weaver & Barakzai, 2009).

3.3.2.1 Positionering

De cassette wordt geplaatst op de palmzijde van de ledemaat, waarbij deze rust op de grond of een klein blok en parallel uitgelijnd is met de as van het gewricht. Zorg ervoor dat de cassette stabiel ligt en de gewenste positie van de ledemaat goed wordt nageleefd (Weaver & Barakzai, 2009).



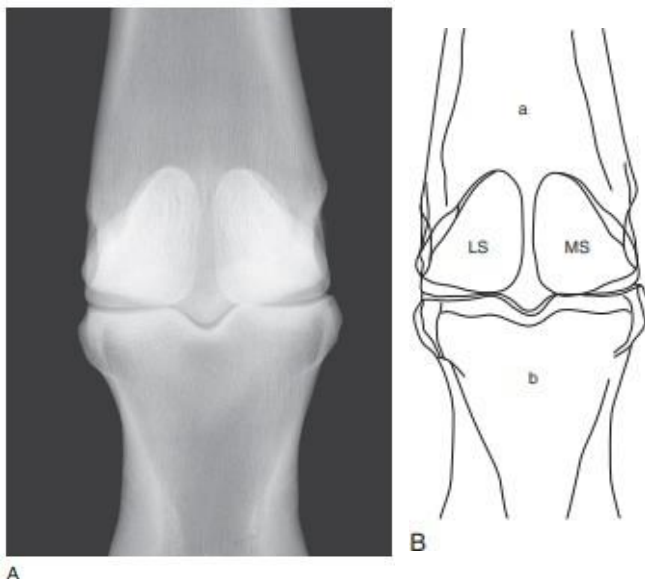
Figuur 22: Positionering van de kogel, cassette en primaire straal om een dorsopalmar beeld van het kogelgewricht te verkrijgen met de straal onder een proximale hoek van 10° (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 23: Positionering voor een dorsopalmar/dorsoplantaire opname van de kogel (Brown & Brown, 2021)

3.3.2.2 Weergave structuren

De röntgenstraal wordt gericht op het dorsale deel van de gewrichtsruimte, onder een hoek van ongeveer 10° in de richting van het proximale deel van de ledemaat. De straal wordt vervolgens gecollimeerd naar het gebied van het kogelgewricht om de beeldkwaliteit te optimaliseren en de juiste anatomische structuren goed weer te geven (Weaver & Barakzai, 2009).

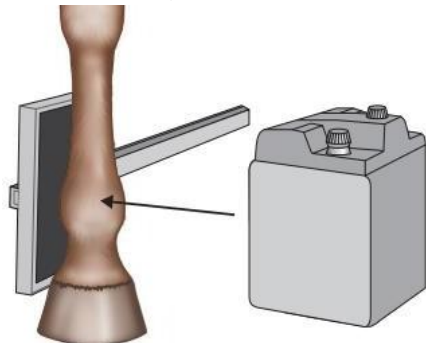


Figuur 24: Dorso10° proximaal-palmarodistaal schuin zicht van een normale volwassen kogel. a – Derde middenhandsbeen, b – Proximale falanx, LS – Lateraal sesambeen, MS – Mediaal sesambeen (Weaver & Barakzai, 2009)

3.3.3 Dorso45°lateraal-palmaromediaal schuine- (D45°L-PaMO) en dorso45°mediaal-palmarolaterale schuine (D45°M-PaLO) opname van de kogel

3.3.3.1 Positionering

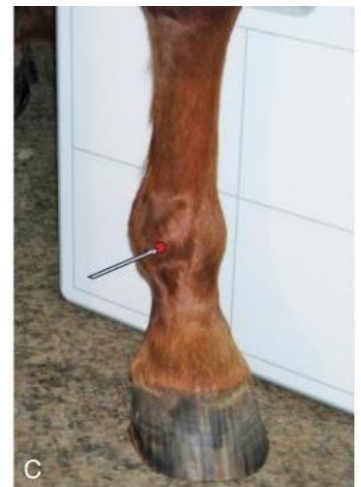
De positionering lijkt op die voor een dorsopalmaire (DPa) opname. Echter, bij deze opnames wordt de röntgencassette aan de palmaromediale (voor D45°L-PaMO) of palmarolaterale (voor D45°M-PaLO) zijde van het gewricht geplaatst. De cassette moet loodrecht op de röntgenbundel staan. De horizontale röntgenbundel wordt onder een hoek van 45° gericht, halverwege tussen dorsaal en lateraal (voor de dorsolaterale oblique opname) of tussen dorsaal en mediaal (voor de dorsomediale oblique opname). Het centrum van de bundel wordt precies op het kogelgewricht gericht (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 27: Positionering van de kogel, cassette en röntgenstraal om een dorsolateraal-palmaromediaal of dorsomediaal-palmarolateraal schuin zicht te verkrijgen (Weaver & Barakzai, 2009)



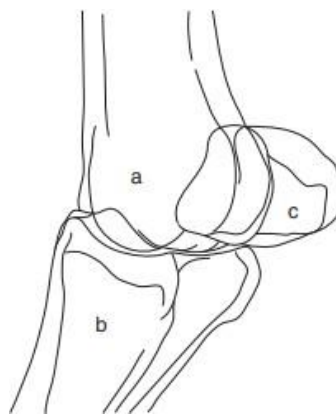
Figuur 26: Positionering voor de D45°L-PaMO opname van de (linker) kogel (Brown & Brown, 2021)



Figuur 25: Positionering voor de D45°M-PaLO opname van de (linker) kogel (Brown & Brown, 2021)

3.3.3.2 Weergave structuren

Deze twee beelden leggen de nadruk op de laterale sesamoïde en de dorsomediale aspecten van het gewricht (D45°L-PaMO), of de mediale sesamoïde en de dorsolaterale aspecten van het gewricht (D45°M-PaLO) (Brown & Brown, 2021).



Figuur 28: Dorsomediaal-palmarolateraal aanzicht van een normale kogel. a – Metacarpus, b – Proximale falanx (P1), c – Mediale sesamoïde (Weaver & Barakzai, 2009)

3.3.4 Diagnostisch nut

3.3.4.1 Osteochondrose (OC) en Osteochondritis dissecans (OCD)

Osteochondrose is een aandoening die zich tijdens de ontwikkeling voordoet, waarbij de normale omzetting van kraakbeen naar bot (endochondrale ossificatie) niet goed verloopt. Dit falen van de bot- en kraakbeenvorming aan de gewrichtsoppervlakken kan leiden tot het ontstaan van losse kraakbeenflappen, ook wel osteochondritis dissecans (OCD) genoemd (Jeffcott, 1996; Semevolos, 2017). Deze OCD-fragmenten kunnen losraken en vrij in het gewricht bewegen, op hun oorspronkelijke locatie blijven of zich elders in het gewricht verankeren. OCD-laesies ontstaan vaak binnen het eerste levensjaar, en hoewel erfelijkheid wordt beschouwd als een belangrijke factor, zijn er ook aanwijzingen dat snelle groei en een energierijk dieet een rol kunnen spelen. Symptomen van de aandoening worden vaak pas op latere leeftijd zichtbaar, of soms helemaal niet, totdat het paard fysiek werk moet verrichten (Bourebaba et al., 2019; Butler et al., 2017).

OCD komt frequent voor in de kogel, sprong en knie (Yovich et al., 1985), maar kan in mindere mate ook andere gewrichten aantasten zoals de schouder, het carpale (knie) gewricht en de cervicale (nek) tussenwervelgewrichten. Hoewel een paard symptomen zoals kreupelheid of zwelling in slechts één ledemaat kan vertonen, is het niet ongebruikelijk dat OCD-laesies ook in het overeenkomstige gewricht van het andere ledemaat wordt aangetroffen. Bij aantasting van de kogelgewrichten kan het zelfs voorkomen dat alle vier de kogels beschadigd zijn (Baxter, 2020).

In het kogelgewricht worden OCD-laesies meestal aangetroffen op de dorsale sagittale rand van het middenhands- of middenvoetsbeentje, aan de voorzijde van het gewricht. Deze laesies zijn het best te zien op lateromediaal (gebogen) beeld (zie Figuur 24). Wanneer een OCD-fragment op deze locatie in één kogel wordt vastgesteld, is het aan te raden om ook de andere drie kogels te onderzoeken op mogelijke laesies (Baxter, 2020). Laesies die zich uitsluitend bevinden op het distale deel van de sagittale kam komen vaker voor in de voorbenen. Ze worden doorgaans gekenmerkt door radiolucente zones in het subchondrale bot. Deze afwijkingen zijn alleen zichtbaar op lateromediaal (gebogen) en dorsoproximale-palmarodistale schuine röntgenbeelden. Ook kleine, goed afgebakende fragmenten aan het dorsoproximale gedeelte van de proximale falanx worden vaak waargenomen op een lateromediale opname. Dit is een veelvoorkomende radiografische bevinding die doorgaans geen klinische symptomen veroorzaakt. De fragmenten kunnen zich in één of meerdere kogels bevinden en lokaliseren zich meestal dorsomediaal (Butler et al., 2017).



Figuur 29: Lateromediale opname van een metacarpofalangeaal gewricht van een volbloed jaarling. Er is een enigszins heterogene troebelheid waarbij de sagittale kam van het derde middenhandsbeentje dorsaal over het proximale aspect van de proximale falanx wordt gelegd (Butler et al., 2017).



Figuur 31: Lateromediale (gebogen) opname van dezelfde kogel als figuur 30. Er is een groot defect zichtbaar in het dorsale aspect van de sagittale kam van het derde middenhandsbeentje (pijlen). Dit wordt gekenmerkt als osteochondrose (Butler et al., 2017).



Figuur 30: Lateromediale opname van een metacarpofalangeaal gewricht. Er is een kleine, goed afgeronde gemineraliseerde opaciteit op het dorsoproximale aspect van de proximale falanx (Butler et al., 2017).

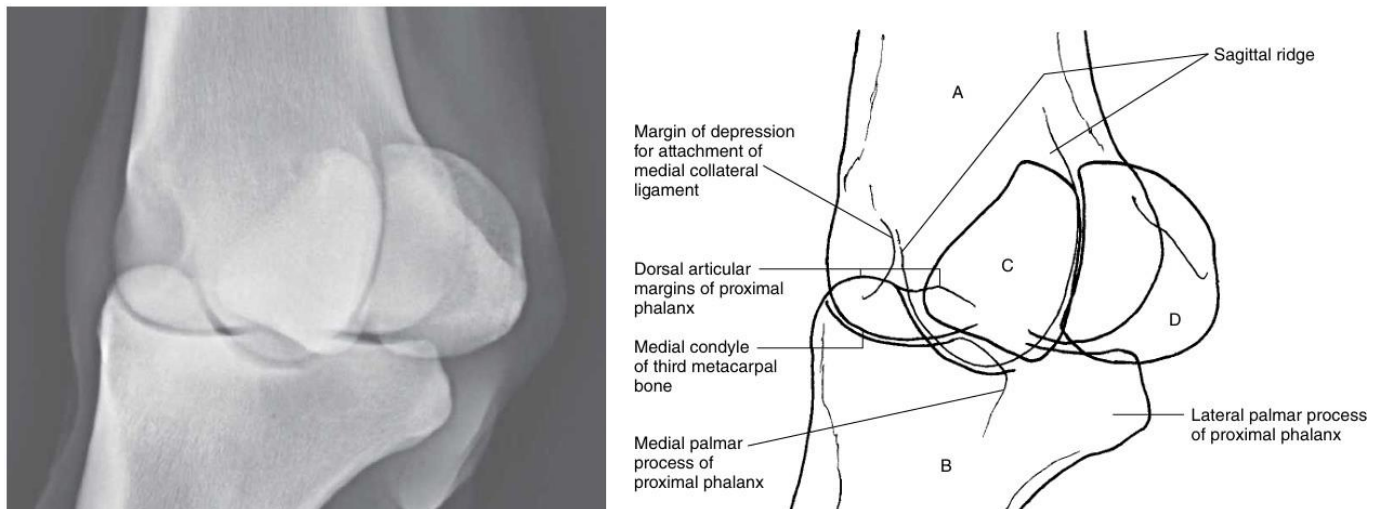
Fragmenten die zich in andere delen van de kogel bevinden, met name aan de palmaire of plantaire zijde, vereisen daarentegen minder vaak verder onderzoek van de andere ledematen. Voorheen werd aangenomen dat deze fragmenten ontstonden door hetzelfde osteochondrotische proces als bij de dorsale laesies. Hoewel het mogelijk is dat osteochondrose een fragment aan de achterzijde van het kogelgewricht veroorzaakt, wordt tegenwoordig vaker uitgegaan van een traumatische oorsprong. Hierdoor is de kans groter dat slechts één gewricht wordt aangetast in plaats van meerdere. Palmaire of plantaire osteochondrale fragmenten (zie Figuur 27) worden doorgaans mediaal, lateraal of beide tegelijk waargenomen ter hoogte van de aanhechting van de korte sesamoïde ligamenten. Ze komen voornamelijk voor in de achterpoten en staan ook bekend als Birkeland-fracturen. De beste diagnostische beeldvorming hiervoor wordt verkregen via D30°Pr70°L-PaDiMO- of D30°Pr70°M-PaDiLO-weergaven. Mediale fragmenten worden het meeste vastgesteld (Butler et al., 2017).



Figuur 32: Dorsaal 30°, proximaal 70°, mediaal, plantarodistaal, lateraal, schuin beeld van een middenvoetsbeentje. Er is een niet-articulair osteochondraal fragment van het proximoplantaire aspect van de mediale plantaire processus van de proximale falanx zichtbaar (Butler et al., 2017).

3.3.4.2 Sesamoïditis

Sesamoïditis is een inflammatoire aandoening die de proximale sesambeenderen aantast. Dit zijn kleine botstructuren die zich aan de achterkant van het metacarpofalangeale en metatarsofalangeale gewricht bevinden. De aandoening wordt gekenmerkt door ontsteking van het sesamoïdale bot en zijn omliggende structuren, zoals de intersesamoïdale ligamenten en de diepe buigpees. Het is een veelgebruikte term die verwijst naar zowel radiolucente zones in de proximale sesambeenderen als de vorming van nieuw bot. De beste radiografische beoordeling gebeurt met D45°M-PaLO- en D45°L-PaMO-opnames. Het radiografische beeld varieert sterk van meerdere radiolucente gebieden langs het palmaire aspect van de botten met minimale botnieuwvorming tot uitgebreide botaanmaak op zowel de axiale¹¹ als abaxiale¹² oppervlakken, terwijl de interne botstructuur grotendeels normaal blijft. Er is vaak een zwak verband tussen radiografische afwijkingen en klinische symptomen (Butler et al., 2017).



Figuur 33: Röntgenfoto en schets van een dorsolateraal-palmaromediaal schuine opname van een metacarpofalangeaal gewricht. A = derde middenhandsbeentje, B = proximale falanx, C = mediaal proximaal sesamoïde, D = lateraal proximaal sesamoïde (Butler et al., 2017).

3.3.4.3 Osteoarthritis

Osteoarthritis (OA) bij paarden komt het meest voor in het metacarpofalangeale gewricht, gevolgd door het carpale gewricht (Bertoni et al., 2020; McIlwraith et al., 2010). Een belangrijke factor is dat zowel de metacarpofalangeale- als de carpale gewrichten zeer nauwsluitende gewrichtsvlakken hebben. Deze strakke aansluiting zorgt ervoor dat er gemakkelijk slijtage kan optreden, vooral bij intensief gebruik of overbelasting. Een kenmerkend verschijnsel van deze slijtage is het ontstaan van lineaire erosies¹³. Deze erosies kunnen zich geleidelijk verdiepen en worden vaak geassocieerd met verdere beschadiging van het kraakbeen en de onderliggende botstructuren. Een andere complicatie bij OA is de aanwezigheid van 'kussende' laesies. Deze laesies ontstaan door directe mechanische impact. Dit komt vooral voor wanneer er sprake is van een afwijkende belasting of een verkeerde stand van het gewricht, waardoor er overmatige druk op specifieke punten ontstaat. Door deze impact ontstaan er kleine beschadigingen en fragmenten van bot of kraakbeen die kunnen afbreken. Deze fragmenten kunnen in het gewricht blijven zitten en veranderen dan in ingekapselde

¹¹ Axiaal: in de richting van de lengteas.

¹² Abaxiaal: van de hoofdas weggekeerd.

¹³ Lineaire erosies: Smalle, langgerekte slijtplekken op het gewrichtsoppervlak.

gewrichtsresten¹⁴. Hoewel deze ingekapselde resten vaak inactief lijken, kunnen ze bij beweging toch irritatie veroorzaken en bijdragen aan chronische ontstekingen of verdere slijtage (McIlwraith et al., 2010).

Wanneer osteochondrale defecten ontstaan nabij het synoviale membraan, kunnen synoviale verklevingen optreden. Dit zijn littekenachtige verbindingen in het gewricht, waarbij bindweefsel het kraakbeenoppervlak deels vervangt, wat de gewrichtsfunctie kan verstoren. Hierdoor raakt de homeostase, het natuurlijke evenwicht in het gewricht, verstoord. Dit evenwicht zorgt normaal gesproken voor een goede voeding en herstel van het kraakbeen, maar bij een verstoring verslechtert de conditie van het kraakbeen sneller. Ondertussen kan in het onderliggende bot focale osteonecrose ontstaan, waarbij delen van het bot afsterven door een gebrekkige doorbloeding. Dit proces komt vaak voor bij gevorderde osteoartritis en draagt bij aan verdere gewrichtsschade (McIlwraith et al., 2010).

Uit een onderzoek van (O'Brien et al.) , waarin het voorkomen van subchondrale laesies in het kootgewricht bij 15 paarden werd onderzocht, blijkt dat alle palmaire laesies zichtbaar waren op zowel lateromediale als gebogen lateromediale röntgenopnames. De gebogen lateromediale opname bood echter de beste zichtbaarheid. De laesies bevonden zich voornamelijk ter hoogte van de proximale sesambeenderen.

¹⁴ Ingekapselde gewrichtsresten: Fragmenten omgeven door een laagje bindweefsel.

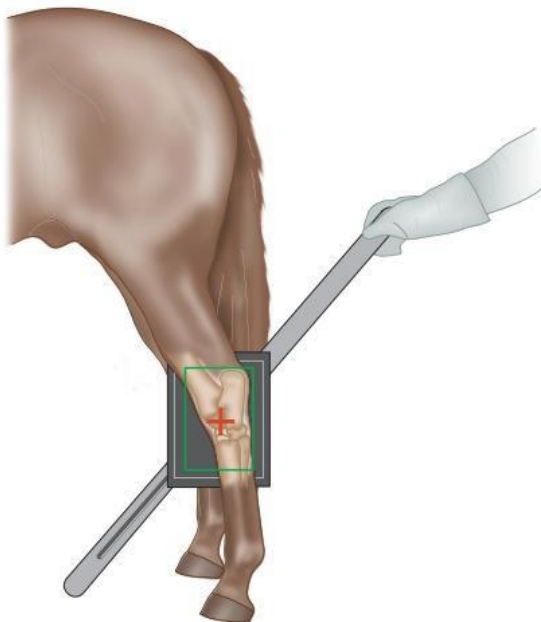
3.4 Radiografie van het spronggewricht

Voor een standaard radiografisch onderzoek van de sprong worden doorgaans in de praktijk vier opnames gemaakt: een lateromediale opname, een dorsoplantaire opname en 2 schuine opnames onder een hoek van 45° (D45°L - PIMO en D45°M - PILO).

3.4.1 Lateromediale opname van het spronggewricht

3.4.1.1 Positionering

Voor het verkrijgen van een correct lateromediaal röntgenbeeld van het spronggewricht wordt de cassette in een houder geplaatst aan de mediale zijde van het gewricht, in lijn met de dorsoplantaire as van het gewricht. Het is aan te raden de houder vanaf de dorsale zijde van het spronggewricht vast te houden om te voorkomen dat men direct achter het paard staat. Bij paarden met een zeer rechte beenstand of een meer teenachtige achterpootconstructie kan het echter lastig zijn om vanuit deze positie de cassette nauwkeurig te positioneren. De primaire röntgenstraal moet horizontaal worden ingesteld. De centrering van de straal vindt plaats ter hoogte van het tarsocrurale gewricht, ook wel het kleine spronggewricht genoemd. Om de overlapping van structuren in het kleine spronggewricht te voorkomen of te verminderen, kan de röntgenstraal onder een hoek van 5 tot 10 graden naar beneden worden gekanteld (proximodistale richting). Het collimatieveld van de primaire bundel moet zorgvuldig worden ingesteld om de volgende structuren te omvatten: de punt van het spronggewricht, het voorste deel van het distale scheenbeen en de proximale gedeelten van de middenvoetsbeentjes (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 35: positionering van het spronggewricht, cassette en röntgenstraal voor een lateromediale opname (Weaver & Barakzai, 2009)

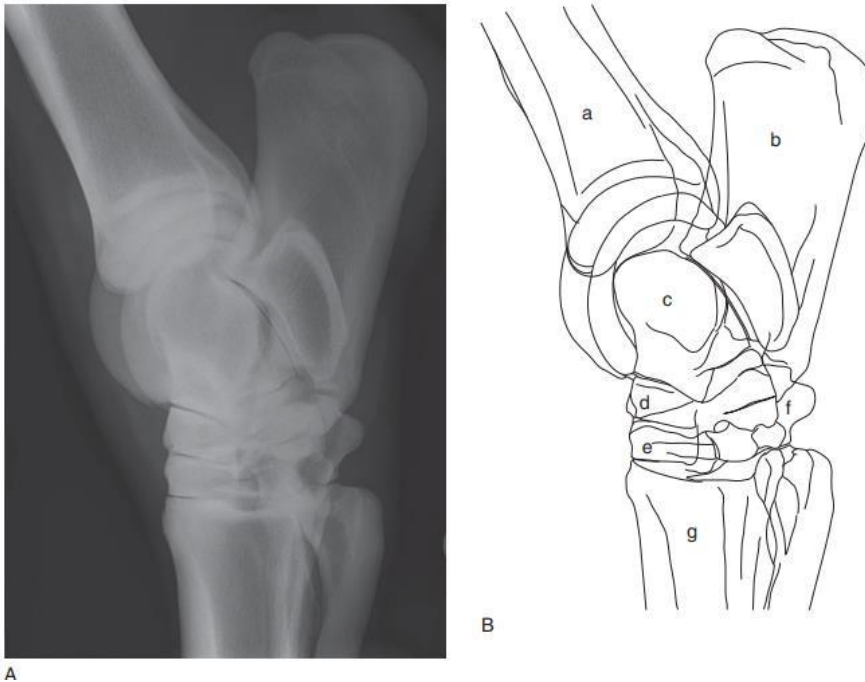


Figuur 34: Positionering voor een lateromediale opname van het spronggewricht (Brown & Brown, 2021)

3.4.1.2 Weergave structuren

Dit beeld benadrukt een aantal belangrijke anatomische structuren: de calcaneale tuberositas en het plantaire gedeelte van de calcaneus, de laterale en mediale trochleaire richels van de talus (die op het beeld gesuperponeerd zijn), de dorsale zijden van de centrale en derde tarsale botten, en het

plantaire aspect van het vierde tarsale bot. Daarnaast worden ook het dorsoproximale deel van het derde middenvoetsbeentje en de proximale uiteinden van de spalkbeenderen (het tweede en vierde middenvoetsbeentje) duidelijk weergegeven (Weaver & Barakzai, 2009).

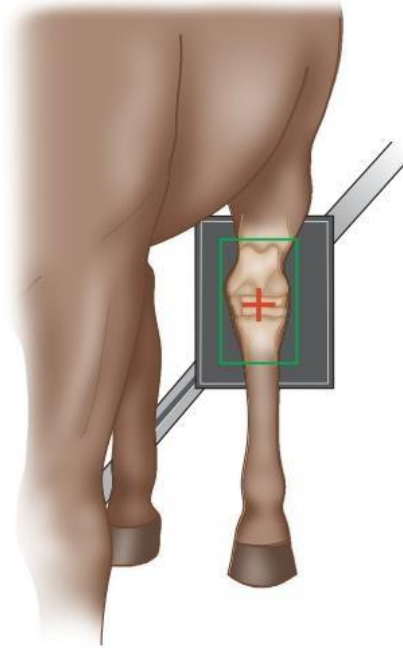


Figuur 36: Lateromediaal radiografisch beeld van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centrale tarsale bot, e – Derde tarsal, f – Vierde tarsal, g – Derde middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009)

3.4.2 Dorsoplantaire opname van het spronggewricht

3.4.2.1 Positionering

De opname wordt verkregen door de cassette verticaal te plaatsen in een cassettehouder aan de plantaire zijde van het spronggewricht. De primaire röntgenstraal wordt meestal horizontaal gericht, maar bij sommige paarden kan een hoek van 5–10° in proximodistale richting helpen om de mediale aspecten van de kleine spronggewrichten duidelijker zichtbaar te maken. De centrale straal moet worden gecentreerd op het tarsocrurale gewricht of het kleine spronggewricht (Weaver & Barakzai, 2009), en uitgelijnd in het midsagittale vlak op een echt dorsopalmair vlak. Hierbij wordt de straal gericht op een denkbeeldige lijn die loopt van het midden van de voetwand naar het spaakbeen of scheenbeen/kuitbeen (Brown & Brown, 2021). Het collimatatiegebied moet de punt van het spronggewricht als bovenste grens omvatten, evenals de proximale delen van de spalkbeenderen als onderste grens, en de mediale en laterale malleoli van het scheenbeen (Weaver & Barakzai, 2009).



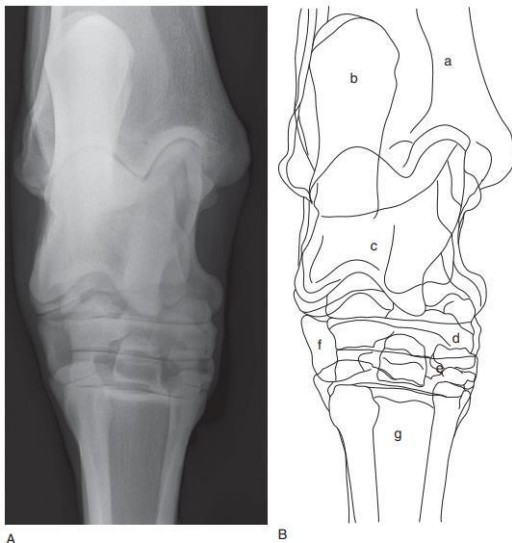
Figuur 38: Positionering van het spronggewricht, de cassette en röntgenstraal voor een dorsoplantaire opname (Weaver & Barakzai, 2009)



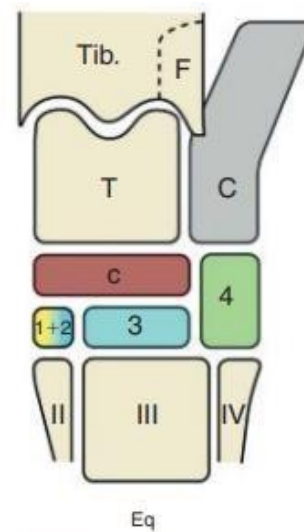
Figuur 37: Positionering voor een dorsoplantaire opname van het spronggewricht (Brown & Brown, 2021)

3.4.2.2 Weergave structuren

Deze opname benadrukt de mediale- en laterale malleolus van het scheenbeen/tibia (zie Figuur 22), het mediale aspect van de talus, en de mediale zijden van het centrale en derde tarsale bot. Daarnaast worden ook het laterale aspect van het vierde tarsale bot en de spalkbeenderen (tweede en vierde middenvoetsbeentjes) goed weergegeven (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 40: Dorsoplantair radiografisch beeld van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centraal tarsal, e – Derde tarsal, f – Vierde tarsal, g – Derde middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009)



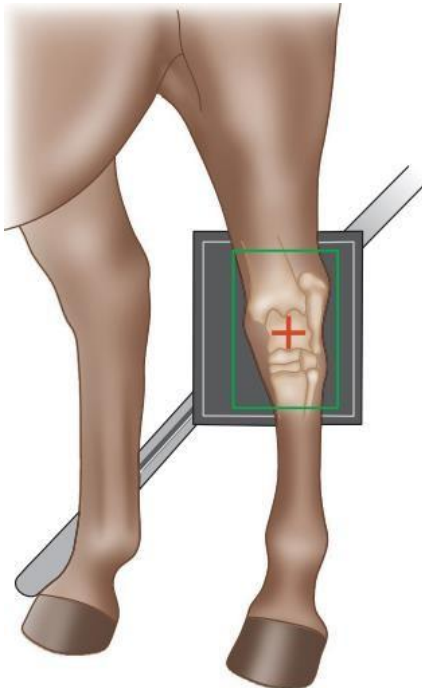
Figuur 39: Schematisch overzicht van de botten van het tarsale gewricht bij een paard (Brown & Brown, 2021)

3.4.3 Dorso45°lateraal-plantaromediaal schuine (D45°L-PLMO) opname van het spronggewricht

De röntgenstralen worden gericht van de dorsolaterale zijde (de voorkant en buitenkant van het spronggewricht) naar de plantomediale zijde (de achterkant en binnenkant van het spronggewricht). Hierdoor worden voornamelijk de laterale structuren van het gewricht in beeld gebracht, inclusief enkele specifieke gewrichtsspleten.

3.4.3.1 Positionering

Bij het uitvoeren van deze opname wordt de cassette verticaal geplaatst in een cassettehouder aan de plantaro-mediale zijde van het spronggewricht, loodrecht op de richting van de röntgenstraal. De primaire röntgenstraal wordt gecentreerd op het tarsocrurale gewricht, ook wel het kleine spronggewricht genoemd (Weaver & Barakzai, 2009). De centrale straal moet daarbij onder een hoek van 45 tot 60 graden lateraal ten opzichte van de dorsale middenlijn worden geplaatst, met de beeldreceptor tegen het plantaro-mediale aspect (Brown & Brown, 2021). Voor een optimale beeldkwaliteit dient de collimatie van de primaire bundel zorgvuldig te worden ingesteld, zodat deze het proximale deel van het spronggewricht, de proximale spalkbotten, de mediale malleolus van het scheenbeen (tibia) en het plantaire aspect van de calcaneus omvat (Weaver & Barakzai, 2009).



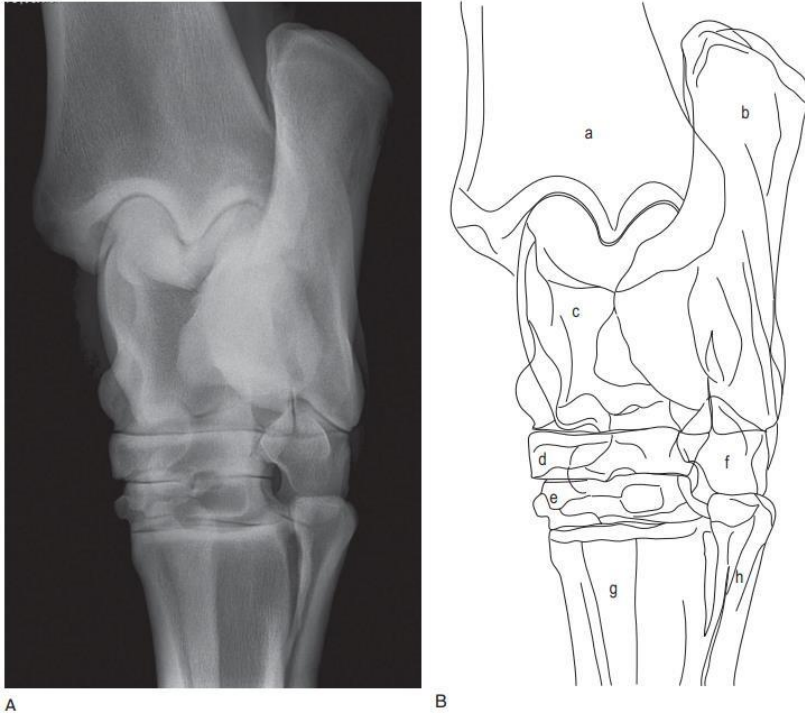
Figuur 42: Positionering van het spronggewricht, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een dorsolaterale-plantaromediale opname (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 41: Positionering voor een DLPMO-opname van het spronggewricht (Brown & Brown, 2021)

3.4.3.2 Weergave structuren

Deze projectie benadrukt de mediale malleolus van het scheenbeen, de mediale trochleaire kam van de talus, evenals de dorsomediale aspecten van de centrale en derde tarsale botten en het derde middenvoetsbeentje. Aan het plantaire aspect worden het plantaro-laterale aspect van de calcaneus, het vierde tarsale bot en het vierde middenvoetsbeentje duidelijk zichtbaar gemaakt (Weaver & Barakzai, 2009).



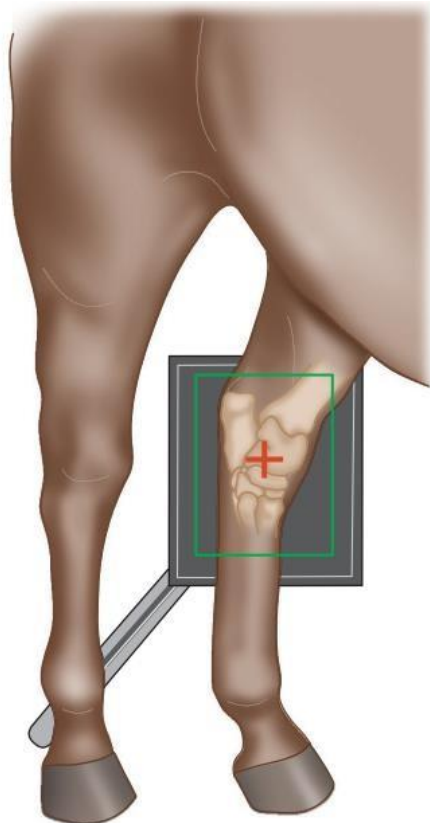
Figuur 43: Dorsolaterale-plantaromediale radiografische foto van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centraal middenrif, e – Derde voetbeentje, f – Vierde voetbeentje, g – Derde middenvoetsbeentje, h – Vierde middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009)

3.4.4 Dorso45°mediaal-plantarolateraal schuine (D45°M-PILO) opname van het spronggewricht

De röntgenstralen worden gericht van de dorsomediale zijde (de voorkant en binnenkant van het spronggewricht) naar de plantolaterale zijde (de achterkant en buitenkant van het spronggewricht). Hierdoor worden voornamelijk de mediale structuren van het gewricht benadrukt.

3.4.4.1 Positionering

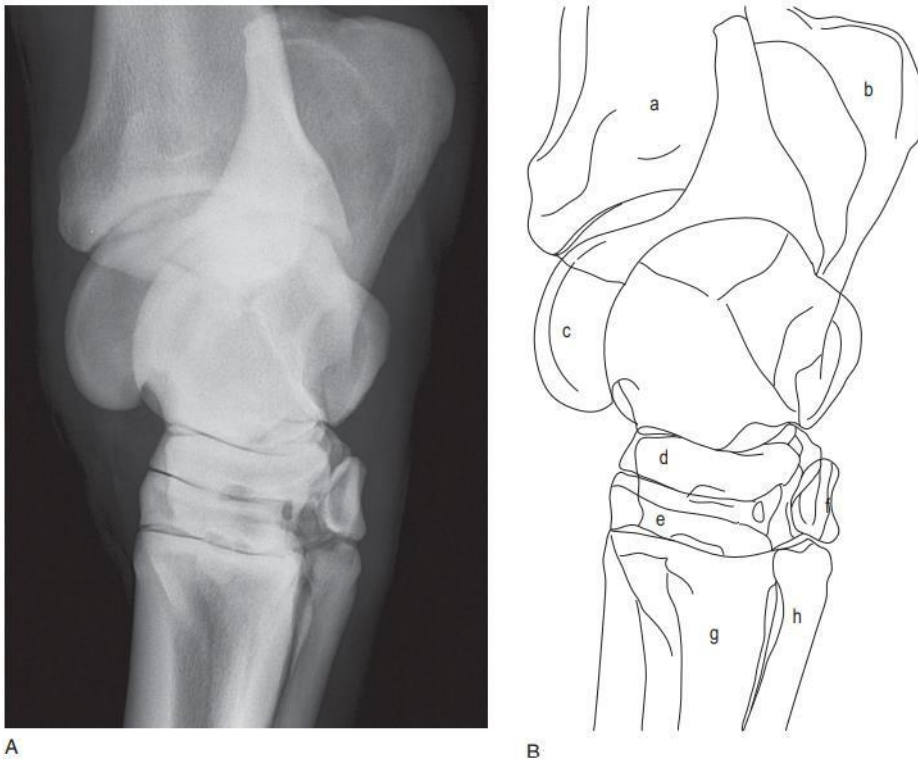
Voor deze opname wordt de cassette verticaal geplaatst in een houder aan de plantaro-laterale zijde van het spronggewricht, loodrecht op de richting van de röntgenstraal. De primaire straal wordt horizontaal gericht en gecentreerd op het tarsocrurale gewricht of de kleine spronggewrichten (Weaver & Barakzai, 2009). De centrale straal moet daarbij onder een hoek van 45 tot 60 graden mediaal van de dorsale middellijn worden geplaatst, met de beeldreceptor tegen het plantaro-laterale aspect (Brown & Brown, 2021). Het collimatatiegebied moet zowel de punt van het spronggewricht als de plantaire begrenzing omvatten, samen met de proximale delen van de spalkbeenderen en het dorsale deel van het distale scheenbeen (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 44: Positionering van het spronggewricht, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een dorsomediale-plantarolaterale opname (Weaver & Barakzai, 2009)

3.4.4.2 Weergave structuren

Deze opname legt de nadruk op het sustentaculum tali, de laterale trochleaire richel van de talus, en het dorsolaterale aspect van het centrale en derde tarsale bot. Daarnaast worden ook de tweede en derde middenvoetsbeentjes en het plantaro-mediale aspect van het vierde tarsale bot, evenals het gefuseerde eerste en tweede tarsale bot duidelijk weergegeven (Butler et al., 2017; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 45: Dorsomediaal-plantarolateraal radiografische foto van het spronggewricht.
a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centraal voetbeentje, e – Derde middenvoetsbeentje, f – Versmolten eerste en tweede voetbeentje, g – Derde middenvoetsbeentje, h – Tweede middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009)

3.4.5 Diagnostisch nut

3.4.5.1 Osteochondrose

Een volledige evaluatie van de sprong omvat vier verschillende opnames: lateromediale (LM), plantodorsale (PID), dorsomediaal-plantarolateraal schuine 45° (D45°M - PILO) opname en een dorsolateraal-plantaromediaal schuine 45° (D45°L - PIMO) opname. Om kosten te beperken, wordt soms het aantal projecties verminderd. Om dit op een verantwoorde manier te doen, is het kernachtig om inzicht te hebben in de voorkeurslocaties waar osteochondrose vaak voorkomt. Deze locaties zijn onder andere: het dorsale gedeelte van de intermediaire kam van de cochlea tibiae, het dorsodistale deel van de laterale taluskam, het proximodorsale aspect van de mediale taluskam (waar voornamelijk contourafwijkingen optreden in plaats van fragmenten) en het axiale deel van de mediale malleolus.

Bij een beperking tot drie radiografische opnamen wordt aangeraden om de PID-opname achterwege te laten. In plaats daarvan kan de D45°L-PIMO-opname beter vervangen worden door een D30°L-

PIMO-opname, omdat deze een gunstiger beeld van de mediale malleolus biedt. Hierdoor verkleint de kans dat een osteochondraal letsel over het hoofd wordt gezien door een incorrecte uitvoering van de PID-opname. Wanneer slechts twee opnames mogelijk zijn, krijgt de combinatie van de D45°M – PLO- en D30°L-PIMO-opname de voorkeur. Dit brengt echter het risico met zich mee dat een osteochondraal letsel ter hoogte van de mediale taluskam niet wordt waargenomen, aangezien deze laesies voornamelijk zichtbaar zijn op een LM-opname. Het nemen van slechts één opname wordt afgeraden. Als dit onvermijdelijk is, heeft de LM-opname de voorkeur, omdat deze bepaalde osteochondrale afwijkingen (zoals die van de intermediaire kam van de cochlea tibia en delen van de talus) in beeld kan brengen. Echter blijven letsels van de mediale malleolus dan mogelijk onopgemerkt (Pille et al., 2010).

3.4.5.2 Spat

Spat is een vorm van osteoartritis en periostitis¹⁵ die optreedt in de distale intertarsale, tarsometatarsale en soms de proximale intertarsale gewrichten. De aandoening treft voornamelijk de mediale zijde van de sprong, maar kan zich verder ontwikkelen naar het centrale deel van het gewricht. De eerste radiografische tekenen omvatten de vorming van cysten in het subchondrale bot, die vaak in verbinding staan met aangrenzende gewrichtsoppervlakken. Naarmate de aandoening vordert, treedt er atrofie op in het subchondrale bot, wat leidt tot een schijnbare verbreding van de gewrichtsruimte (). Deze veranderingen worden later gevolgd door een periostale reactie¹⁶, die sterk kan variëren tussen verschillende paarden. Bij sommige dieren leidt het proces tot de vorming van nieuw botweefsel over de aangetaste gewrichten, wat uiteindelijk resulteert in volledige ankylose¹⁷ binnen enkele maanden. In andere gevallen blijft de botvorming beperkt, zelfs na een lange periode, en wordt volledige immobilisatie van de gewrichten niet bereikt. Zodra ankylose optreedt, verdwijnt de kreupelheid doorgaans zonder de werking van het hoofdgewricht van de sprong te beïnvloeden (Edwards, 1982). Spat kan in principe op alle radiografische opnames, die hierboven besproken zijn, worden waargenomen. Echter, omdat de meeste nieuwbeenvorming zich voornamelijk aan de dorsomediale zijde van het spronggewricht ontwikkelt, biedt de D45°L-PIMO-opname vaak het meest duidelijke en overtuigende beeld (Pille et al., 2010).

¹⁵ Periostitis: Ontsteking van het periost (botvlies), het dunne laagje weefsel dat het bot bedekt.

¹⁶ Periostale reactie: Botvliesreactie die optreedt als gevolg van ontsteking en irritatie in het spronggewricht.

¹⁷ Ankylose: Bijna geen bewegingsmogelijkheid meer mogelijk in het gewricht als gevolg van botdelen die aan elkaar zijn vergroeid.

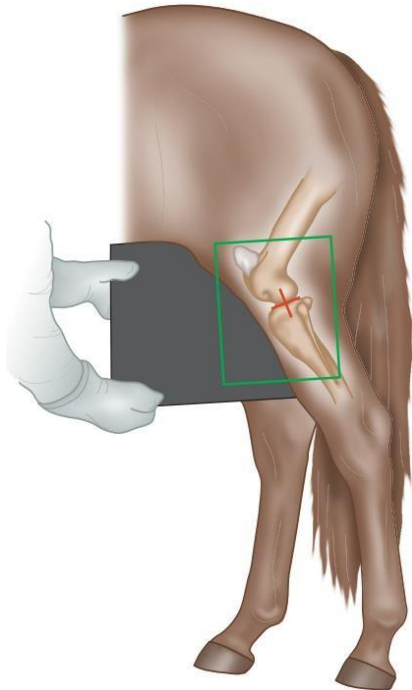
3.5 Radiografie van de knie

Bij het maken van röntgenfoto's van de achterhand van een paard staat veiligheid voorop. Het is noodzakelijk dat het paard onder sedatie is om ongewenste bewegingen te voorkomen, en indien nodig kan spierverslappende medicatie worden toegediend voor een veiligere en effectievere werking. De knie, waarbij het femorotibiale gewricht in beeld wordt gebracht, vormt een bijzondere uitdaging bij de beeldvorming. Door de dikke spierlagen in dit gebied worden röntgenstralen gedeeltelijk geabsorbeerd, wat de visualisatie van de gewrichtsruimte bemoeilijkt. Bovendien is de knie een gevoelig gebied, waardoor paarden onrustig kunnen reageren tijdens het onderzoek. Om een zo helder mogelijk beeld te verkrijgen wordt er vaak gestart met een lateromediale opname, waarbij het gewricht zowel in gebogen als gestrekte positie kan worden vastgelegd. Een caudocraniale opname, waarbij de stralen van achter naar voren gaan, levert doorgaans minder duidelijke beelden op vanwege de hoeveelheid omliggend weefsel. Deze röntgenopnamen zijn echter onmisbaar voor het opsporen van afwijkingen die kunnen wijzen op secundaire gewrichtsproblemen en helpen bij het beoordelen van de gewrichtsbreedte (Brown & Brown, 2021). In de praktijk wordt er vaak enkel gekozen voor een lateromediale- en caudocraniale opname.

3.5.1 Lateromediale opname van de knie

3.5.1.1 Positionering

Voor het maken van een gewicht dragende lateromediale projectie wordt het paard gepositioneerd met het been dat onderzocht moet worden iets caudaal ten opzichte van het andere been. Deze houding bevordert een optimale uitlijning van de structuren in het kniegewricht. De cassette wordt zo hoog mogelijk in de liesstreek geplaatst, aan de mediale zijde van het kniegewricht, en stevig vastgehouden om een stabiele opname te garanderen. De primaire röntgenstraal wordt horizontaal gericht, waarbij rekening wordt gehouden met de mediolaterale balans van het paard. De straal moet zo worden afgesteld dat deze parallel loopt aan de natuurlijke stand van de ledemaat (Weaver & Barakzai, 2009). Het centrum van de straal wordt gericht op een punt dat zich 5 tot 7 cm proximaal van het scheenbeenplateau bevindt, tussen het voorste en middelste derde deel van het kniegebied (Brown & Brown, 2021). De collimatie van de primaire bundel dient in proximodistale richting breed genoeg te zijn om zowel het distale deel van het dijbeen als het proximale deel van het scheenbeen duidelijk in beeld te brengen. Tegelijkertijd moet de bundel strak worden gecollimeerd in cranio-caudale richting. Dit minimaliseert de stralingsblootstelling voor degene die de cassette vasthoudt, terwijl het gewenste gebied volledig wordt afgebeeld. Het plaatsen van een klein stukje tape aan het proximale uiteinde van het scheenbeen (Figuur 28) kan helpen bij het correct centreren van de primaire bundel voor het maken van duidelijke röntgenfoto's van het kniegewricht (Weaver & Barakzai, 2009).



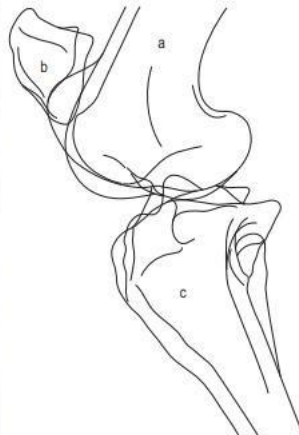
Figuur 48: Positionering van de knie, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een laterale opname (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 47: Het plaatsen van tape aan het proximale uiteinde van het scheenbeen om te helpen bij het centreren van de primaire bundel voor een lateromediale röntgenfoto van de knie

3.5.1.2 Weergave structuren

Deze projectie biedt een gedetailleerde weergave van de trochleaire richels van het dijbeen, de patella, het craniale aanhechtingspunt van de kruisband en de scheenbeenkam. Dit maakt het mogelijk om afwijkingen zoals fractures, degeneratieve veranderingen of andere pathologieën van het kniegewricht nauwkeurig te beoordelen (Weaver & Barakzai, 2009).

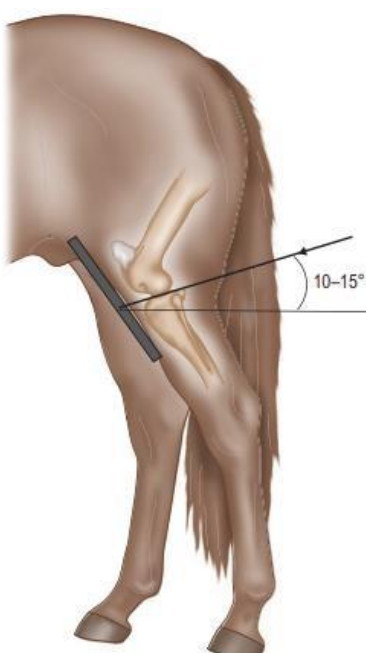


Figuur 49: Lateromediale radiografische foto van de knie. a – Femur, b – Patella, c – Tibia (Weaver & Barakzai, 2009)

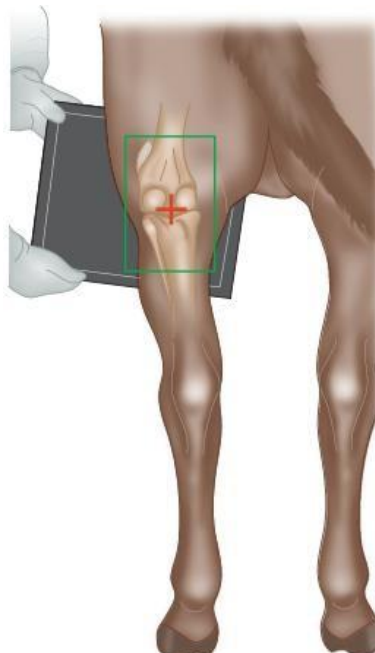
3.5.2 Caudocraniale opname van de knie

3.5.2.1 Positionering

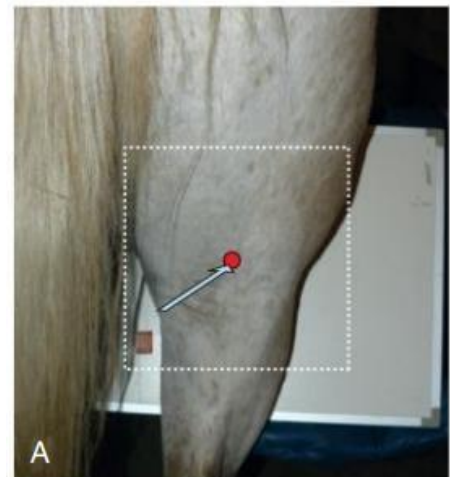
Voor het verkrijgen van een correcte röntgenopname van het kniegewricht bij een paard is het van belang dat het dier zijn volledige gewicht draagt op het te onderzoeken been. Dit garandeert een natuurlijke positie en optimale beeldkwaliteit. Vaak is het eenvoudiger om een caudocraniale opname te maken wanneer het betreffende been iets naar achteren wordt geplaatst ten opzichte van het andere been. De beeldreceptor wordt aan de craniale zijde van de knie geplaatst en strak tegen de lichaamswand gehouden. Hierbij moet voorzichtig worden omgegaan met het positioneren van de cassette om te voorkomen dat deze onverwacht de huid of vacht van het paard raakt, wat een schrikreactie kan veroorzaken. De achterpoot wordt licht caudaal uitgestrekt om de plaatsing van de beeldreceptor te vergemakkelijken (Weaver & Barakzai, 2009). De röntgenbuis wordt caudaal ten opzichte van het kniegewricht gepositioneerd. De centrale straal wordt hierbij onder een hoek van 10 tot 15 graden in proximodistale richting (van boven naar beneden) gericht en bevindt zich ter hoogte van het kniegewricht, ongeveer 10 cm distaal van de knieschijf (patella) (Brown & Brown, 2021). Het centreren gebeurt langs een denkbeeldige lijn die het caudale deel van het been in tweeën deelt. Het uitgangspunt van de straal bevindt zich ter hoogte van het proximale deel van het craniale scheenbeen. Dit kan gecontroleerd worden door het laterale aspect van het been te observeren. Voor een optimale beeldvorming moet het collimatieveld voldoende breed zijn in de proximodistale richting, zodat zowel het distale deel van het dijbeen als het proximale deel van het scheenbeen zichtbaar is. In de mediaal-laterale richting dient echter nauwkeurig gecollimeerd te worden om enkel de mediale en laterale condylen van het scheenbeen op te nemen. Dit beperkt niet alleen de stralingsbelasting voor de persoon die de cassette vasthoudt, maar verbetert ook de beeldkwaliteit door overbodige structuren uit te sluiten (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 52: Positionering van de knie, cassette en röntgenstraal voor een caudocraniale opname (Weaver & Barakzai, 2009)



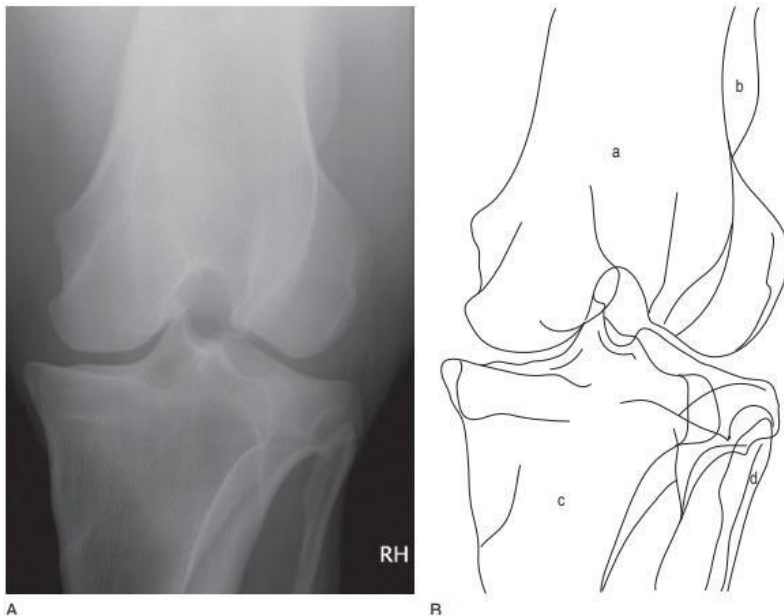
Figuur 51: Positionering van de knie, cassette, centrepunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een caudocraniale opname (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 50: Positionering voor een caudocraniale opname van de knie (Brown & Brown, 2021)

3.5.2.2 Weergave structuren

Deze opname legt de focus op de intercondylaire eminenties van het scheenbeen, de intercondylaire fossa van het dijbeen, en de gewichtdragende oppervlakken van de mediale en laterale femurcondylen. Daarnaast worden ook de mediale en laterale condylen van het scheenbeen duidelijk zichtbaar, wat doorslaggevend is voor een gedetailleerde beoordeling van dit gebied (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 53: Caudocraniaal radiografisch beeld van de knie. a – Femur/Dijbeen, b – Patella/Knieschijf, c – Tibia/Scheenbeen, d – Fibula/Kuitbeen (Weaver & Barakzai, 2009)

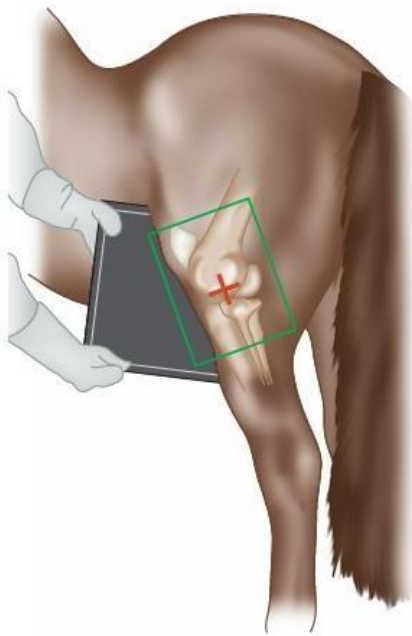
3.5.3 Caudaal60°lateraal-craniomediaal schuine (Cd60°L-CrMO) opname van de knie

Hoewel deze opname doorgaans niet standaard in een radiografische keuring wordt gebruikt, biedt deze opname vaak meer diagnostische informatie dan een standaard lateromediale opname en is bovendien eenvoudiger uit te voeren. In een schuine opname worden de trochleaire richels en de condylen van de femur niet over elkaar geprojecteerd, wat zorgt voor een betere visualisatie van de anatomische structuren (Butler et al., 2017).

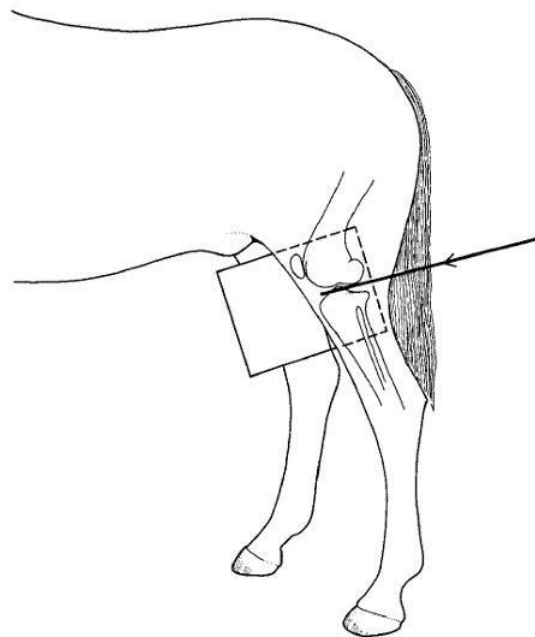
3.5.3.1 Positionering

De positionering van de röntgencassette kan uitdagend zijn door de grote adductor spiermassa aan de mediale zijde van het dijbeen en, bij hengsten, door de aanwezigheid van de testikels. Dit bemoeilijkt een zuiver lateromediale opname. Een Cd 60°L-CrMO opname maakt het mogelijk de cassette iets meer craniaal ten opzichte van het gewricht te plaatsen, wat de positionering vereenvoudigt (Butler et al., 2017). Voor een correcte opname moet het paard het betreffende been belasten. Om een optimale hoek te verkrijgen, wordt het been dat onderzocht wordt iets caudaal geplaatst ten opzichte van het andere been. De röntgencassette dient zo hoog mogelijk aan de craniomediale zijde van het kniegewricht te worden gehouden om de visualisatie van de structuren

te verbeteren (Weaver & Barakzai, 2009). De röntgenbuis moet onder een hoek van 10-15° proximodistaal (naar beneden) worden geplaatst. Dit vergemakkelijkt de uitlijning van de straal met de cassette en zorgt voor een betere beoordeling van de trochleaire richels van de femur. De röntgenstraal moet ongeveer 10 cm caudaal gecentreerd worden ten opzichte van het craniale aspect van de ledemaat, ter hoogte van het femorotibiale gewricht. Dit gewricht bevindt zich direct proximaal van de tibiale kam en is goed palpeerbaar (Butler et al., 2017). Wat betreft de collimatie moet de primaire bundel breed genoeg zijn in proximodistale richting om zowel het distale femur als de proximale tibia in beeld te brengen. In cranio-caudale richting dient de collimatie nauwkeurig te worden afgesteld, zodat zowel de mediale als laterale tibiale condylen zichtbaar zijn. Tegelijkertijd moet de afstand tussen de primaire bundel en de handen van de persoon die de cassette vasthoudt, zo groot mogelijk zijn om blootstelling aan straling te minimaliseren (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 55: Positionering van de patiënt, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een caudaal 60° lateraal-craniomediaal schuine opname (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 54: Positionering van het ledemaat, cassette en röntgenstraal voor een caudaal 60° lateraal-craniomediaal schuine opname van de knie te verkrijgen (Butler et al., 2017)

3.5.3.2 Weergave structuren

Deze projectie maakt de beoordeling mogelijk van de trochleaire richels van de femur, de tibiale kam, de patella en de aanhechtingsplaats van het craniale kruisband (Weaver & Barakzai, 2009).



A



B

Figuur 56: Caudale 60° lateraal-craniomediale schuine opname van de knie. a – Femur, b – Patella, c – Tibia

3.5.4 Diagnostisch nut

3.5.4.1 Osteochondrose

Osteochondrose in de knie wordt meestal vastgesteld met behulp van röntgenfoto's. Vaak is deze aandoening zichtbaar ter hoogte van de laterale trochleaire kam van de femur (Martel et al., 2016). Daarnaast kunnen afwijkingen ook voorkomen op het gewrichtsoppervlak van de patella. Hoewel minder frequent, kunnen laesies ook zichtbaar zijn op de mediale trochleaire richel en in de trochleaire groeve (McIlwraith & Martin, 1985). Osteochondrose treft vaak beide knieën, waardoor het noodzakelijk is om van beide gewrichten röntgenopnamen te nemen om een volledige beoordeling te kunnen stellen. De beste manier om osteochondrose van de laterale trochleaire kam op te sporen is door middel van een caudaal 60° lateraal-craniomediaal schuine opname. Osteochondrose wordt pas zichtbaar op röntgenbeelden wanneer er kenmerkende subchondrale botveranderingen optreden. Gewoonlijk zal dit pas plaatsvinden vanaf een leeftijd van drie tot vier maanden (Butler et al., 2017).

Osteochondrose kan bij paarden gedurende hun hele leven asymptomatisch blijven of in sommige gevallen pas op latere leeftijd klachten veroorzaken. Bij oudere paarden zijn vaak subtiele botafwijkingen zichtbaar, samen met een oppervlakkig defect en een verhoogde dichtheid van het subchondrale bot. In dergelijke situaties is het noodzakelijk om losse botfragmenten te verwijderen om een optimale gewrichtsfunctie te behouden en verdere gewrichtsschade te voorkomen. Als er echter al sprake is van secundaire degeneratieve gewrichtsaandoeningen, is de prognose minder gunstig. Dit is niet altijd direct zichtbaar op röntgenbeelden. In sommige gevallen kan ernstige kraakbeenschade worden opgespoord met echografie, maar een verkennende artroscopie biedt de meest betrouwbare diagnose (Bourzac et al., 2009). Bij langdurige osteochondrose kan er bovendien vervorming van de patella optreden, met name aan het distale uiteinde. Dit duidt mogelijk op een chronische instabiliteit van het femoropatellaire gewricht.

3.5.4.2 Subchondrale botcysten

Subchondrale cysteachtige laesies in de knie zijn osteo-articulaire afwijkingen¹⁸ die vooral bij jonge paarden voorkomen, maar ook bij volwassen dieren kunnen worden waargenomen. Op röntgenbeelden zijn deze laesies zichtbaar als goed afgebakende, ronde tot ovaalvormige radiolucente gebieden in het subchondrale bot van de femurcondylus. Minder frequent treden ze op in de condylussen van de tibia. De omvang van de basis van de cyste is afhankelijk van de mate waarin deze in verbinding staat met de gewrichtsruimte. Soms wordt de cyste omgeven door een sclerotische rand en is het subchondrale oppervlak van de femurcondylus ter hoogte van de laesie afgeplat. Bij grotere paarden kunnen kleine botcysten moeilijker zichtbaar zijn door de dikte van de femurcondylus. In sommige gevallen is de enige radiografische aanwijzing een subtiele afvlakking of inkeping van het subchondrale oppervlak. Trauma aan het mediale femorotibiale gewricht kan eveneens subchondrale schade aan de mediale femurcondylus veroorzaken, wat leidt tot een radiolucente cysteachtige laesie als gevolg van gewrichtsvloeistof die het subchondrale bot binnendringt. De meest frequente locatie voor deze laesies is het dragende gedeelte van de mediale femurcondylus. Op caudocraniale röntgenbeelden worden ze voornamelijk aangetroffen in het centrale deel van de mediale condylus, maar ze kunnen zich ook uitstrekken naar de meer axiale regio. Laesies in de laterale femurcondylus en proximale tibia komen minder vaak voor. Door superpositie van de femurcondylus kunnen subchondrale cysteachtige laesies soms moeilijk zichtbaar zijn op onderbelichte lateromediale röntgenbeelden. Voor een nauwkeurige diagnose wordt aanbevolen om gebruik te maken van caudocraniale opnames met optimale belichting en contrast. Deze kunnen eventueel aangevuld worden met caudolaterale-craniomediale beelden om de locatie en omvang van de laesie nauwkeuriger te beoordelen (Thrall, 2018).

¹⁸ Osteo-articulaire afwijking: Een afwijking die betrekking heeft tot het beenweefsel en de gewrichten.

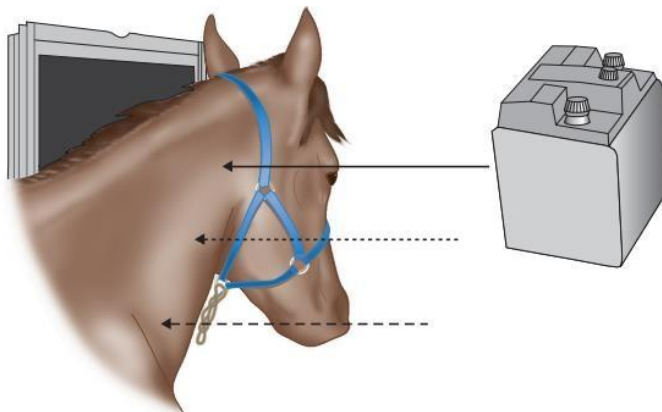
3.6 Radiografie van de hals

3.6.1 Latero-laterale opname van de hals

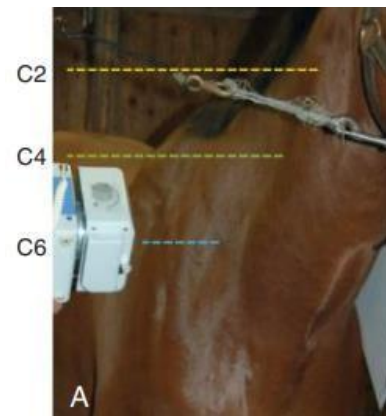
Voor een nauwkeurige en veilige röntgenopname van de halswervels bij een volwassen paard is een gestructureerde aanpak vereist. Allereerst wordt zware sedatie toegepast om de bewegingen van het paard te minimaliseren, zodat de plaatsing van de röntgenapparatuur gemakkelijker kan worden uitgevoerd en de kans op bewegingsartefacten wordt verkleind. Voor een complete röntgenstudie van de halswervels zijn vier overlappende zijwaartse opnamen vereist, waarbij grote cassettes van 35 cm × 43 cm worden gebruikt. Dit zorgt ervoor dat het gehele gebied van de halswervels goed zichtbaar is op de röntgenfoto's (Weaver & Barakzai, 2009).

3.6.1.1 Positionering

Voor een correcte beeldvorming van de halswervels is een nauwkeurige positionering van het paard belangrijk. Het gewicht dient gelijkmatig over alle ledematen verdeeld te zijn, zodat de natuurlijke balans behouden blijft. Daarnaast moeten de nek en het hoofd in een rechte positie worden gehouden, waarbij zelfs minimale rotatie vermeden dient te worden. Wanneer de staartschedel moet worden vastgelegd, verdient het gebruik van een touwhalster de voorkeur boven een leren halster met metalen gespen. Dit voorkomt dat de riemen of gespen elkaar kruisen en de röntgenbeelden verstoren. Verder is het noodzakelijk om een cassettehouder te gebruiken, bij voorkeur gekoppeld aan het röntgenapparaat, om de stabiliteit en het gebruiksgemak te vergroten (Weaver & Barakzai, 2009).



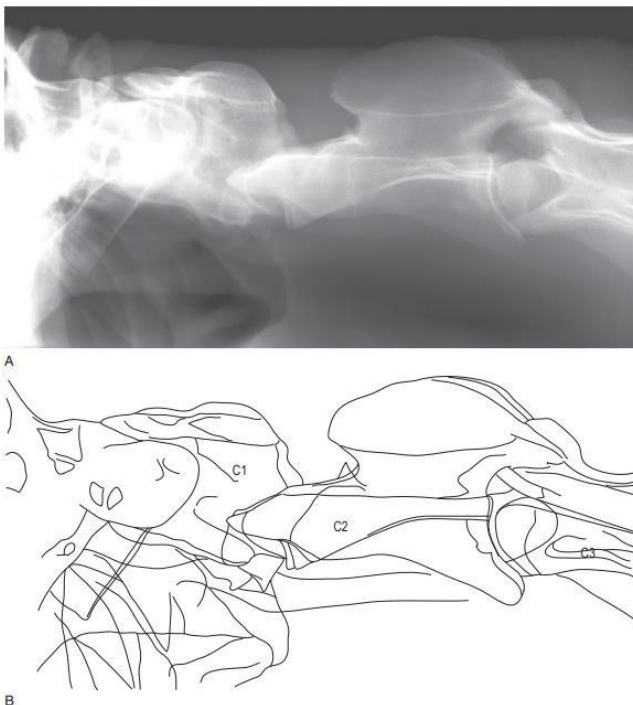
Figuur 58: Figuur 37: Positionering van paard, cassette en röntgenapparaat om zijanzichten te verkrijgen van de craniale cervicale (ononderbroken pijl), mid-cervicale (gestippelde pijl) en caudale cervicale (gestippelde pijl) wervels (Weaver & Barakzai, 2009)



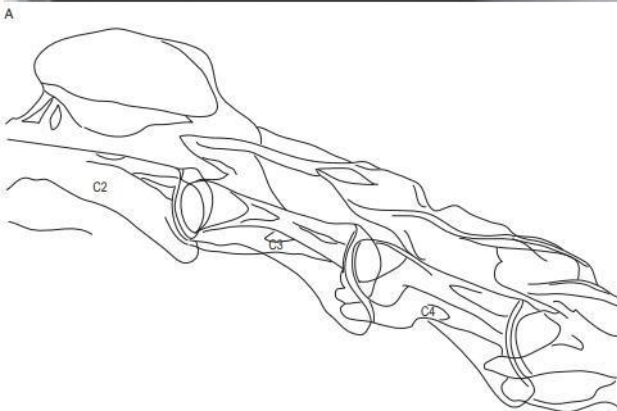
Figuur 57: Positionering voor een latero-laterale opname van de hals (Brown & Brown, 2021)

3.6.1.2 Weergave structuren

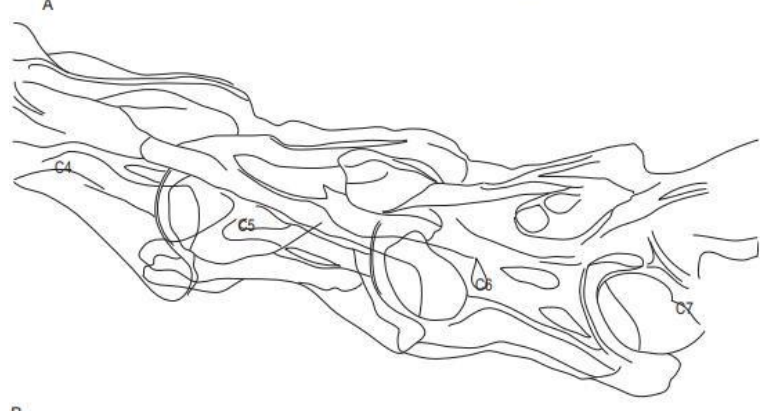
Bij het maken van radiografische opnamen is het van belang de straal correct te centreren en de collimatie zorgvuldig toe te passen. De meest craniale opname wordt gecentreerd op de eerste halswervel (C1) en dient ook het achterhoofdsbeen te omvatten. Voor de daaropvolgende opnamen worden steeds twee opeenvolgende wervels in beeld gebracht: C1-C3, C3-C5 en C5-C7. In elk van deze gevallen wordt de röntgenstraal gecentreerd op het lichaam van de middelste wervel binnen het specifieke segment. De collimatie wordt toegepast tot aan de botstructuren, zodat een optimale beeldkwaliteit wordt verkregen zonder overmatige blootstelling van de omliggende zachte weefsels. De anatomische uitlijning van de halswervels vertoont een lichte S-vormige kromming, waarbij de staartwervels zich richting het ventrale aspect van de nek bevinden. Door middel van palpatie kan de exacte locatie van de wervels worden bepaald, wat bijdraagt aan een nauwkeurige plaatsing en beeldvorming. Metalen markeringspunten kunnen op de nek van het paard worden geplaatst om te helpen bij het centreren van de röntgenstraal, wat bijdraagt aan een precieze opname.



Figuur 59: Zij aanzicht van de atlas, axis en schedel van de derde wervel (C1-C3) (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 61: Laterale opname van de tweede tot en met de vijfde halswervel (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 60: Laterale opname van de vierde (caudale aspect) tot de zevende cervicale (craniaal aspect) wervels (Weaver & Barakzai, 2009)

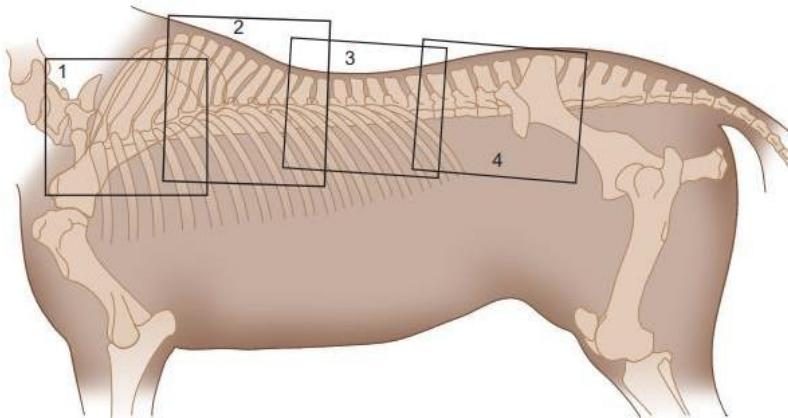
3.7 Radiografie van de rug

3.7.1 Latero-laterale opname van de rug

Een krachtig röntgenapparaat is noodzakelijk voor een helder beeld van de thoracolumbaire wervelkolom¹⁹ te verkrijgen. Draagbare toestellen zijn enkel geschikt voor het vastleggen van de uiteinden van de processus spinosus²⁰ in het craniale en mid-thoracale gebied. Verder caudaal, waar de massa van de weke delen toeneemt, zijn hogere stralingsdosissen nodig om een voldoende gedetailleerd beeld te verkrijgen (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).

3.7.1.1 Positionering

Röntgenopnamen van de ruggenwervels worden doorgaans gemaakt terwijl het paard in een staande positie staat en het gewicht gelijkmatig over alle ledematen verdeelt. Het is belangrijk te voorkomen dat het paard één achterbeen laat rusten, aangezien dit kan leiden tot een lichte rotatie van de wervelkolom, wat de beeldkwaliteit en interpretatie kan beïnvloeden. Bij het centreren van de röntgenstraal bevinden de wervellichamen zich gemiddeld ongeveer 15 cm ventraal ten opzichte van de dorsale middellijn. Wanneer specifiek de uiteinden van de doornuitsteeksels in beeld moeten worden gebracht, dient de centrering ongeveer 3 cm ventraal ten opzichte van de dorsale middellijn te liggen. Om zowel oppervlakkige als diepere structuren correct te visualiseren, zijn vaak meerdere belichtingen van hetzelfde gebied nodig. Daarnaast kan een schuine opname onder een hoek van 30° bijdragen aan een betere definitie van de dorsale tussenwervelgewrichten (facetgewrichten), waardoor de anatomische structuren nauwkeuriger beoordeeld kunnen worden (Weaver & Barakzai, 2009).



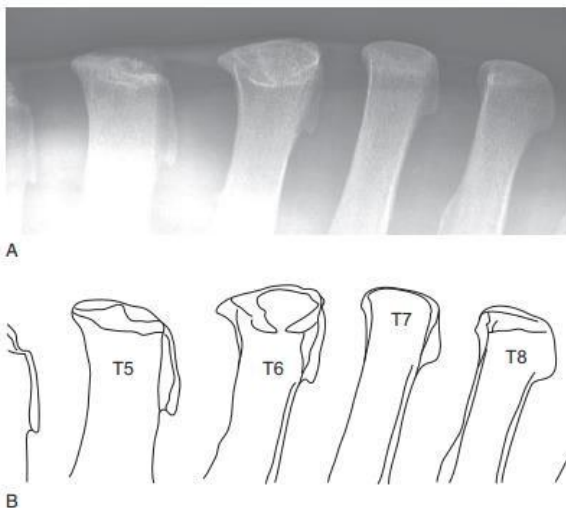
Figuur 62: Positionering van de cassette voor vier opeenvolgende overlappende aanzichten van de thoracale- en lumbale wervels (Weaver & Barakzai, 2009)

¹⁹ Thoracolumbaire wervelkolom: bestaat uit achttien thoracale wervels (T1 - T18), zes lumbale wervels (L1 – L6) en vijf gefuseerde sacrale wervels (S1 – S5).

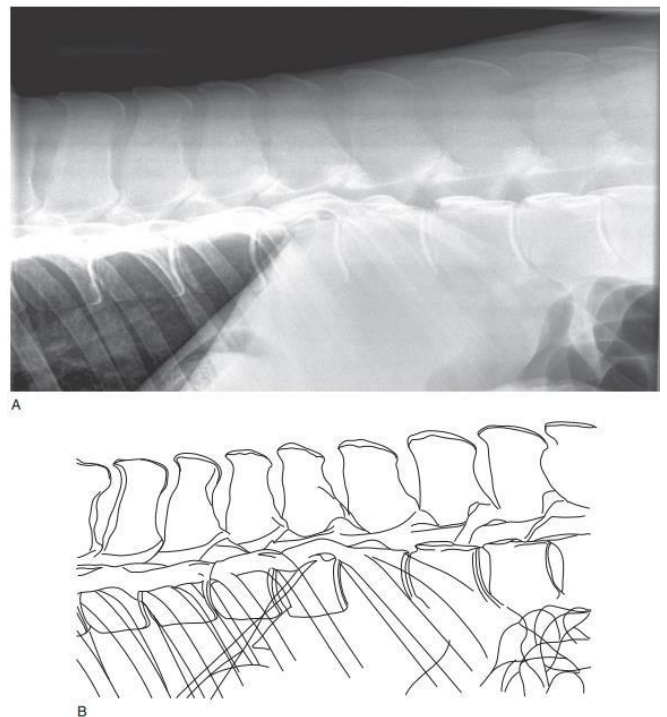
²⁰ Processus spinosus: doornuitsteeksel, het naar boven gerichte uitstekende botdeel van de wervel.

3.7.1.2 Weergave structuren

Bij het maken van röntgenbeelden van de wervelkolom kan de oriëntatie vergemakkelijkt worden door metalen markeringen op de huid van het paard te plaatsen. Deze markeringen worden op regelmatige afstand langs de rug gelegd en kunnen de dierenarts helpen om op de röntgenfoto's precies te bepalen waar een bepaalde wervel zich bevindt. Zo wordt de interpretatie van de beelden vergemakkelijkt. Bij het identificeren van specifieke wervels zijn bepaalde anatomische oriëntatiepunten van groot belang. Een belangrijk referentiepunt is het middenrif (diafragma), een spier die de borstholte van de buikholte scheidt en een essentiële rol speelt bij de ademhaling. Dit middenrif hecht zich aan de onderkant van de 16e borstwervel (T16). Daarnaast bevindt de hoogste processus spinosus zich op T6, waardoor deze wervel een opvallend herkenningspunt vormt. Een ander belangrijk oriëntatiepunt is de anticlinale wervel, die bij paarden doorgaans de 15e thoracale wervel (T15) is (Weaver & Barakzai, 2009). De anticlinale wervel is uniek omdat de processus spinosus hierbij loodrecht georiënteerd is ten opzichte van de wervelkolom, terwijl de processus spinosi van de omliggende wervels in tegengestelde richtingen wijzen. De eerste tien thoracale wervels vertonen zeer uitgesproken processus spinosi die dorsocaudaal gericht zijn, terwijl de processus spinosi van de wervels die caudaal van de anticlinale wervel gelegen zijn een dorsocraniale oriëntatie hebben (Clayton, 2016). Dit maakt T15 een belangrijk herkenningspunt bij het beoordelen van röntgenbeelden van de wervelkolom. Door gebruik te maken van deze vaste oriëntatiepunten kunnen dierenartsen en specialisten de wervels nauwkeuriger identificeren en afwijkingen beter opsporen (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 64: Laterale opname van de doornuitsteeksels van de thoracale wervels T5-T8 (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 63: Laterale opname van de wervels van het thoracale (caudaal) en lumbale (craniaal) gebied (T14-L3) (Weaver & Barakzai, 2009)

3.7.2 Diagnostisch nut

3.7.2.1 Kissing spines syndrome

Kissing Spines Syndrome (KSS) is een aandoening waarbij de dorsale doornuitsteeksels van de wervelkolom, ook wel processus spinosi genoemd, ongewoon dicht bij elkaar liggen of zelfs contact maken (Weaver et al., 1999). Deze benige uitsteeksels bevinden zich ter hoogte van de thoracale en lumbale wervels en dienen als aanhechtingpunten voor spieren en ligamenten die bijdragen aan de stabiliteit en beweeglijkheid van de wervelkolom (Hausler, 1999). De aandoening kan zich uiten in symptomen zoals rugstijfheid, spieratrofie ter hoogte van de rug, gedragsveranderingen, gevoeligheid/pijn bij aanraking of beweging, en een verminderd prestatieniveau (Erichsen et al., 2004). Radiografisch onderzoek speelt een belangrijke rol bij de diagnose van KSS. Typische bevindingen zijn onder andere botverharding (sclerose), veranderingen in het subcorticale botweefsel, cyste-achtige osteolytische structuren, abnormale vormen van de doornuitsteeksels, de vorming van pseudo-gewrichten en in sommige gevallen zelfs vergroeiingen tussen aangrenzende uitsteeksels (Jeffcott, 1975, 1979, 1980). Een vaak gebruikte diagnostische grens is een interspinale afstand van minder dan 4 millimeter, wat als afwijkend wordt beschouwd en kan wijzen op de aanwezigheid van KSS (Sinding & Berg, 2010). Hoewel de wetenschappelijke literatuur over KSS nog relatief beperkt is en grotendeels bestaat uit casuïstiek of klinische observaties, suggereren verschillende studies dat factoren zoals leeftijd, geslacht en ras een rol kunnen spelen in het ontstaan van deze aandoening. Tot op heden is echter nog niet eenduidig vastgesteld of KSS een aangeboren afwijking betreft, dan wel een aandoening die zich ontwikkelt in de loop van het leven (Erichsen et al., 2004; Ranner & Gerhards, 2002).

3.8 Keuring paarden voor Amerika

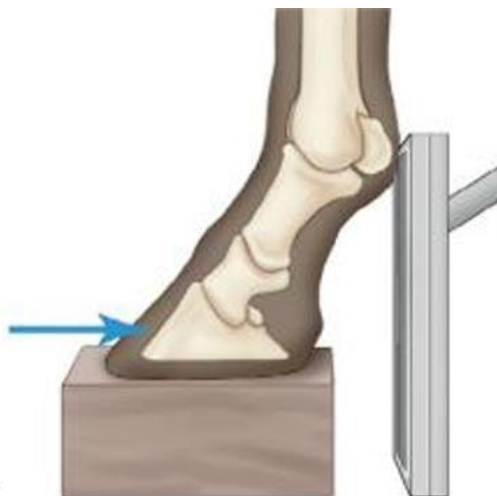
Bij een radiografische keuring van paarden die bestemd zijn voor export naar Amerika, worden op verzoek van de koper vaak extra röntgenopnames gemaakt. Deze extra opnames omvatten meestal een dorsopalmaire of dorsoplantaire opname van de voet waarbij het paard op een platte blok staat, een skyline-opname van het straalbeen en zowel een lateromediale als dorsopalmaire opname van de carpus (Demeer, 2025, januari 28; Thyssen, 2025, januari 27).

3.8.1 Dorsopalmaire/dorsoplantaire opname van de voet (op platte blok)

De dorsopalmaire/dorsoplantaire opname met een horizontale bundel, ook bekend als de dorsoproximaal-palmarodistale projectie (DPr-PaDi), is een gestandaardiseerde beeldvormingstechniek die voornamelijk wordt toegepast bij het beoordelen van de hoof bij paarden. Deze projectie biedt waardevolle diagnostische informatie, vooral met betrekking tot de stand en symmetrie van het hoefbeen, fractures in de distale falanx en eventuele afwijkingen in de ossificatie van de collaterale kraakbeenderen van het hoefbeen (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).

3.8.1.1 Positionering

Voor het verkrijgen van een correcte DPa-/DPI-opname wordt het paard zodanig gepositioneerd dat het betrokken been op een verhoogd blok staat. Hierdoor komt de hoof op gelijke hoogte met de röntgenbuis, die parallel aan de vloer wordt geplaatst en een horizontale stralenbundel produceert. Deze opstelling maakt het mogelijk om een projectie te verkrijgen waarbij de bundel in een rechte lijn door de sagittale as van de teen loopt. De beeldontvanger wordt verticaal gepositioneerd, direct achter de hoof, waarbij het onderste deel eventueel in een gleuf of houder rust voor stabiliteit. De centrale straal wordt gericht op het midden van het dorsale oppervlak van de hoofwand, ongeveer 2 cm boven de dorsale coronaire rand. Het is belangrijk dat de hoof recht en evenredig belast wordt, zodat asymmetrieën in de structuren nauwkeurig worden weergegeven. De vleugels van het hoefbeen en de distale sesambeentjes dienen in de opname symmetrisch zichtbaar te zijn (Brown & Brown, 2021; Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 65: Positioneren van de voet op een voetblok om een gewichtdragende DP-weergave van de hoof te verkrijgen (Brown & Brown, 2021).

3.8.1.2 Weergave structuren

De collimatie moet voldoende ruim zijn om alle relevante structuren van de voet in beeld te brengen. Hieronder vallen de volledige hoofwand aan de dorsale zijde, het hofbeen (P3), de distale sesambeentjes die overlappend zichtbaar zijn, het kroonbeen (P2) en het distale deel van het kootbeen (P1) (Weaver & Barakzai, 2009). Ter identificatie en oriëntatie wordt een positioneringslabel aangebracht aan de laterale zijde van het gefotografeerde lidmaat (Brown & Brown, 2021).

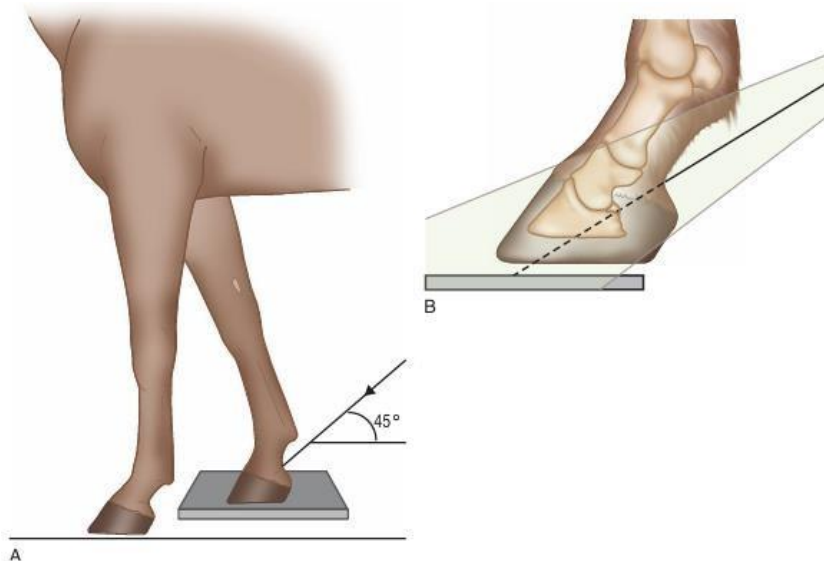
Zie Figuur 10.

3.8.2 Skyline van het straalbeen

De skyline-opname van het straalbeen (os naviculare) is een gespecialiseerde röntgentechniek waarmee het straalbeen van het paard nauwkeurig in beeld wordt gebracht. Deze opname, ook wel aangeduid als de *palmaroproximale-palmarodistale schuine projectie* (PaPr-PaDiO), zorgt ervoor dat het bot in profiel wordt afgebeeld. De röntgenbundel treedt hierbij het been binnen aan de palmaire zijde (achterzijde van de voet), loopt parallel langs het straalbeen en verlaat het aan dezelfde zijde. Dit levert een tangentiële projectie op die voornamelijk toegepast wordt bij keuringen voor paarden bestemd voor export naar Amerika (Demeer, 2025, januari 28).

3.8.2.1 Positionering

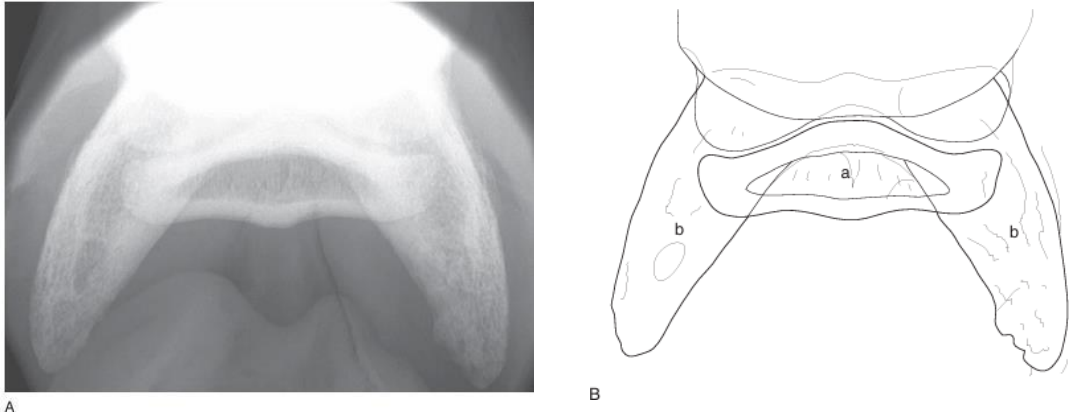
Een correcte uitvoering van deze opname vereist precieze positionering. Het paard dient met het te onderzoeken been op een blok te staan, zodat de hof iets naar achteren en omhoog kantelt. Hierdoor ontstaat de juiste hoek tussen de hof en de röntgenbundel. De tegenovergestelde voorvoet wordt iets naar voren geplaatst om ruimte te creëren. De hof wordt geplaatst boven een radiolucente tunnel met daarin de röntgencassette. De röntgenbuis wordt achter het been geplaatst en onder een hoek van ongeveer 45 graden tussen de hielbollen gericht. Het is belangrijk dat het palmaire deel van de kogel niet binnen het beeldveld valt. Door de bundel goed te centreren en zo nauw mogelijk te collimeren rond het straalbeen, wordt de beeldkwaliteit geoptimaliseerd (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 66: Positionering van cassette en balk voor een skyline van het straalbeen (Weaver & Barakzai, 2009).

3.8.2.2 Weergave structuren

Deze opname maakt het mogelijk om het palmaire oppervlak van het straalbeen en de interne botstructuren, zoals de cortex en het merg, in detail te beoordelen. Subtiële afwijkingen, die op andere projecties minder goed zichtbaar zijn komen hier vaak wel aan het licht (Weaver & Barakzai, 2009).

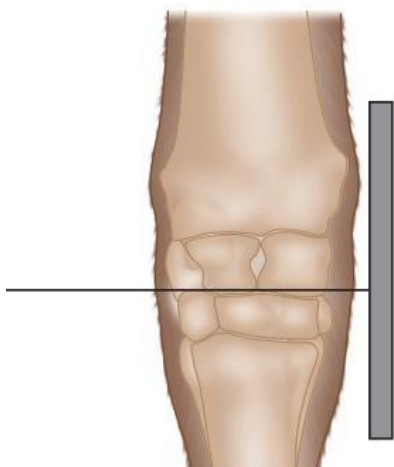


Figuur 67: Palmaroproximaal-palmarodistale schuine ('flexor') weergave van het straalbeen en de processus palmaris van P3. a – straalbeen, b – processus palmaris van distale falanx (P3) (Weaver & Barakzai, 2009).

3.8.3 Lateromediale opname van de carpus

3.8.3.1 Positionering

Plaats de cassette verticaal tegen de mediale zijde van de carpus, loodrecht op de röntgenstraal. Zorg ervoor dat de cassette stevig wordt gepositioneerd om bewegingsartefacten te minimaliseren. Richt de röntgenstraal horizontaal en evenwijdig aan de hielbollen om een schuine projectie te vermijden. Centreer de straal ter hoogte van het middelste carpale gewricht, wat zich bevindt bij de distale rand van het haakbeentje. Pas de collimatie zodanig aan dat zowel de distale carpale botstructuren als het proximale deel van de metacarpus duidelijk in beeld komen (Weaver & Barakzai, 2009).



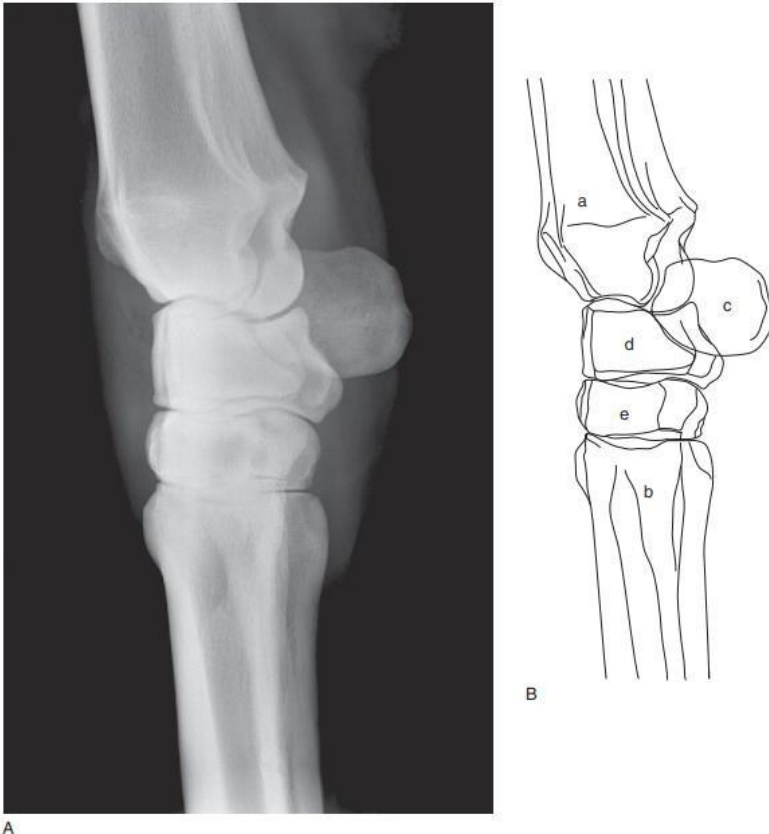
Figuur 69: Positionering van het ledemaat en de cassette (mediale zijde van gewricht) om een lateromediaal beeld te verkrijgen van de carpus (Weaver & Barakzai, 2009).



Figuur 68: Positionering voor een lateromediale opname van de carpus (Brown & Brown, 2021)

3.8.3.2 Weergave structuren

Een correcte lateromediale opname biedt een gedetailleerd beeld van de carpale beenderen, waarbij deze over elkaar heen geprojecteerd worden om de dorsale oppervlakken goed zichtbaar te maken. Daarnaast moeten zowel een deel van de proximale als de distale botstructuren te zien zijn, terwijl de volledige carpus in beeld blijft. Aangezien de carpus een complex gewricht is, kan het nodig zijn om meerdere opnamen te maken om een volledig diagnostisch beeld te verkrijgen (Brown & Brown, 2021).



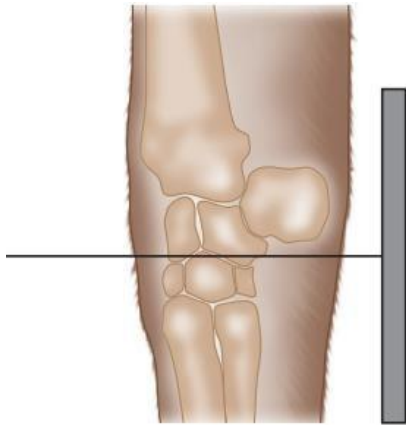
Figuur 70: Lateromediale opname van een normale carpus. a – Radius, b – Metacarpus, c – Haakbeentje (os carpi accessorium), d – Radiaal, intermediair en ulnair handwortelbeenen, e – Tweede, derde en vierde handwortelbeenderen (Weaver & Barakzai, 2009)

3.8.4 Dorsopalmaire opname van de carpus

3.8.4.1 Positionering

Het paard wordt opgesteld zoals vereist voor een lateromediale opname. De röntgenstraal wordt gecentreerd op het intercarpale gewricht vanuit dorsale richting. De cassette wordt loodrecht gehouden op de horizontale primaire bundel, met de palmaire zijde naar de carpus gericht (Weaver & Barakzai, 2009).

De centrale straal wordt uitgelijnd ter hoogte van het midden van de carpus op een daadwerkelijk dorsopalmair (DP) vlak. Dit gebeurt langs een denkbeeldige lijn die loopt van het midden van de hoofwand naar de straal. De straal blijft evenwijdig aan de grond en staat loodrecht op zowel de carpus als de beeldreceptor (Brown & Brown, 2021).

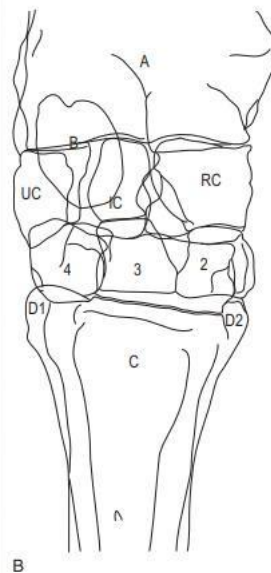


Figuur 72: Positionering van het ledemaat en de cassette voor een dorsopalmaire opname van de carpus (Weaver & Barakzai, 2009)



Figuur 71: Positionering voor een dorsopalmaire opname van de carpus (Brown & Brown, 2021)

3.8.4.2 Weergave structuren



Figuur 73: Dorsopalmaire weergave van de carpus. A – Radius, B – Haakbeentje, C – Derde middenhandsbeentje, D1 + 2 – Vierde (1) en tweede (2) middenhandsbeentjes, RC – Radiocarpal bot, UC – Ulnaire carpale bot, IC – Intermediair carpaal bot, 2 – Tweede carpaal bot, 3 – Derde carpaal bot, 4 – Vierde carpaal bot (Weaver & Barakzai, 2009)

3.9 Keuring voor jonge paarden

Bij de radiografische keuring van jonge paarden worden doorgaans röntgenopnames gemaakt zonder de nek en rug in beeld te brengen. Afhankelijk van of er al een OCD-screening heeft plaatsgevonden, worden er wel of geen opnames van de voet gemaakt. Standaard worden er altijd twee opnames van de kogels gemaakt, namelijk een lateromediale (LM) en een dorsopalmaire (DP) opname. Daarnaast worden er drie opnames van de spronggewrichten gemaakt: een lateromediale (LM), een dorsopalmaire (DPa) en één oblique opname (Demeer, 2025, januari 28).

3.10 Bestaande protocollen in het buitenland

3.10.1 Nederland

In Nederland wordt bij de radiologische keuring van paarden doorgaans een standaardprotocol (Bijlage 3: Standaard protocol Nederland) gevolgd dat bestaat uit het maken en beoordelen van minimaal 20 röntgenopnamen. Deze opnamen omvatten:

Voorvoet (Podo):

- LM/ML-opname: gecentreerd op het straalbeen, waarbij hofbeen, hofgewricht, kroonbeen, kroongewricht en als mogelijk kootbeen en kootgewricht goed zichtbaar zijn.
- DPa-opname: op een podoblok met het kootgewricht gestrekt, waarbij het straalbeen op het onderste derde deel van het kroonbeen is geprojecteerd.

Voorste kootgewricht:

- Opnamen onder een hoek van 45° (D45°L-PaMO en D45°M-PaLO) gecentreerd op het kootgewricht.
- LM-opname met duidelijke zichtbaarheid van de dorsale contour van de sagittaalkam van de metacarpus.

Spronggewricht:

- LM, DPI (AP), en D45°M-PILO-opnamen die spatveranderingen en voorkeurslocaties voor osteochondrose duidelijk zichtbaar maken.

Kniegewricht:

- LM-opname waarop de laterale en mediale rolkam, de sulcus, en de articulatievlakte van de patella zichtbaar zijn, met aandacht voor osteochondrose.

Achterste kootgewricht:

- LM-opname met een duidelijke dorsale contour van de sagittaalkam van de metatarsus (Paard, 2019).

De beoordeling van deze röntgenfoto's gebeurt volgens een officieel beoordelingsschema, waarbij afwijkingen worden ingedeeld in verschillende kwaliteitsklassen. Klasse 1 (goed) en klasse 2 (voldoende) worden als acceptabel beschouwd, terwijl klasse 3 een verhoogd risico voor de toekomst aangeeft en klasse 4 als onacceptabel wordt gezien.

3.10.2 Duitsland

In 2018 werd het radiografisch protocol voor paardenaankoopkeuringen in Duitsland herzien door de Gesellschaft für Pferdemedizin (GPM). Deze herziening was noodzakelijk vanwege de beperkingen van eerdere versies uit 1993, 2002 en 2007. Het doel van de aanpassingen was om de diagnostische waarde van het protocol te verbeteren, juridische misverstanden te voorkomen en de rol van radiografische bevindingen in de aankoopkeuring van paarden te verduidelijken.

Het vernieuwde protocol legt vooral de nadruk op standaardisatie en wetenschappelijke onderbouwing. Het omvat nu 18 standaardopnamen, wat een toename is ten opzichte van de 12 opnamen in de eerdere edities. Deze opnamen richten zich op de volgende gebieden:

1 Hoef

- LM-opname: Centreren op het straalbeen, met weergave van het distale deel van het pijpbeen tot de hoefpunt, inclusief het gehele hoornkapsel. De opname gebeurt bij een vlakke voetstand op een bodemparallele verhoging (blok).
- DPrPaDiO = dorsoproximaal-palmarodistaal oblique opname: Deze overzichtsoopname toont de hoof, het kroonbeen en het distale deel van het kootbeen. De distale rand van het straalbeen moet boven de hoefgewrichtsspleet te zien zijn.

Opmerking: Het verwijderen van hoefijzers wordt aanbevolen. Als dit niet gebeurt, dient dit te worden gedocumenteerd.

2 Voorste kootgewricht

- LM-opname: Centreren op het kootgewricht.
- Ook hier dient de opname het distale deel van het pijpbeen tot de hoefpunt weer te geven.

3 Spronggewricht

- DPl-opname
- D45°L-PIMO – opname
- D45°M-PILO-opname
- Calcaneus en het proximale deel van het derde middenvoetsbeen moeten zichtbaar zijn.

4 Kniegewrichten

- LM-opname
- CdPrCrDi = caudoproximaal-craniodistaal opname
- Patella, het distale deel van het femur en het proximale deel van de tibia (inclusief fibulakop) moeten zichtbaar zijn

4 Distale Ledematen

- Orthograde opnamen van zowel het hoof- als kootgewricht worden uitgevoerd om volledige beeldvorming te garanderen.

Een van de meest ingrijpende wijzigingen is de afschaffing van de röntgenklassen. Deze klassen, die paarden indeelden op basis van een voorspeld risico op klinische problemen, bleken onvoldoende wetenschappelijk onderbouwd en leidden vaak tot misverstanden bij eigenaren en juridische geschillen. In plaats daarvan richt het protocol zich nu op een gedetailleerde beschrijving van radiografische afwijkingen. Alleen afwijkingen van de normale röntgenanatomie worden beschreven, terwijl normale varianten worden aangeduid als “o.b.B.” (ohne besonderen Befund - zonder bijzondere bevindingen). Volgens het protocol worden de gebieden van de hals en rug niet standaard onderzocht. Dit komt doordat er voor deze regio's onvoldoende wetenschappelijk bewijs is om een verband te leggen tussen radiografische bevindingen en functionele problemen (Stadler et al., 2019).

5 Resultaten

Tabel 2: Overzicht opnames literatuurstudie

Anatomische structuur	Opname	Specifieke eisen	Structuren in beeld	Diagnostisch nut
Voet	Lateromediale opname	• Hoef op podoblok • Beeldreceptor verticaal aan mediale zijde voet • Straal horizontaal aan grond • Straal hoek 90° t.o.v. midsagittale vlak • Centrale straal op hoefgewricht (1 cm onder kroonrand)	• Gehele hoefwand • Distale falanx (P3) • Distale deel middelste falanx (P2) • Distale deel proximale falanx (P1) • Straalbeen • Distale en proximale interfalangeale gewrichten	• Beoordeling buig- en gewrichtscortex straalbeen • Opsporen fragmenten processus extensorius en kroongewricht • Afwijkingen interfalangeale gewricht • Hoefbevangenheid • Fracturen distale falanx
	Dorsopalmaire opname	• Hoef op vlak blok • Beeldreceptor verticaal achter voet • Straal horizontaal aan grond • Centreren op dorsale hoefwand • Gericht op midsagittale vlak aan pedaalbeen, 2 cm boven dorsale kroonrand	• Gehele hoefwand • Straalbeen • Proximale falanx (P1) • Middelste falanx (P2) • Distale falanx (P3)	• Beoordeling van hoefbalans • Hoefkatrol • Fragmenten kroongewricht • Evaluatie proximale grens straalbeen • Botcysten in hoefbeen
Kogel	Lateromediale opname	• Cassette mediale zijde gewricht • Straal horizontaal en evenwijdig aan hielbollen	• Metacarpus • Proximale falanx (P1) • Gesuperponeerde sesambeenderen	• Artrose (flexed) • OCD

		• Centrereren op laterale epicondylus van distale derde middenhandsbeentje		• Fragmenten proximale falanx
	Dorsopalmaire opname	• Cassette aan palmzijde • Cassette parallel met as gewricht • Straal schuin naar beneden gericht	• Derde middenhandsbeentje • Proximale falanx (P1) • Sesambeenderen	
	Schuine opnames (D45°L-PaMO, D45°M-PaLO)	• Cassette aan palmaromediale/palmarolaterale zijde • Hoek van 45° • Centrale straal op kogelgewricht gericht	• Sesambeenderen (lateraal of mediaal) • Metacarpus • Proximale falanx (P1)	• Sesamoïditis
Sprong	Lateromediale opname	• Cassette aan mediale zijde • Centrale straal op tarsocruraal gewricht	• Calcaneus • Talus • Centrale en derde tarsaal bot • Vierde tarsaal bot • Derde middenvoetsbeentje	• OCD • Spat
	Dorsoplantaire opname	• Cassette verticaal aan plantaire zijde • Straal horizontaal • Centrereren op tarsocrurale gewricht	• Tibia • Calcaneus • Talus • Tarsale gewricht	• OCD • Spat
	D45°L-PIMO opname	• Cassette verticaal aan plantaromediale zijde • Centrereren op tarsocrurale gewricht • Hoek van 45° – 60° lateraal t.o.v. dorsale middenlijn	• Tibia • Calcaneus • Talus • Centraal-, derde- en vierde tarsale bot • Derde en vierde middenvoetsbeentje	• OCD • Spat
	D45°M-PILO opname	• Cassette verticaal aan plantarolaterale zijde • Centrereren op tarsocrurale gewricht • Hoek van 45° – 60° mediaal t.o.v. dorsale middenlijn	• Tibia • Calcaneus • Talus • Centraal-, derde- en vierde tarsale bot	• OCD • Spat

			- Eerste en tweede tarsale bot (gefuseerd) - Tweede en derde middenvoetsbeentje	
Knie	Lateromediale opname	- Te onderzoeken been caudaal geplaatst - Cassette zo hoog mogelijk in liesstreek plaatsen - Cassette aan mediale zijde - Centreren op punt 5 – 7 cm proximaal van scheenbeenplateau	- Femur - Patella - Tibia	
	Caudocraniale opname	- Te onderzoeken been caudaal geplaatst - Cassette aan craniale zijde, straks tegen lichaamswand - Centreren op kniegewricht, 10 cm distaal van patella - Hoek van 10° – 15° in proximodistale richting	- Femur - Patella - Tibia - Fibula	Subchondrale botcysten
	Cd 60°L-CrMO opname	- Te onderzoeken been caudaal geplaatst - Cassette aan craniomediale zijde (zo hoog mogelijk) - Centreren ter hoogte van femorotibiale gewricht, 10 cm caudaal t.o.v. craniale aspect ledemaat - Hoek van 10° - 15° in proximodistale richting	- Femur - Patella - Tibia	OCD
Bijkomende opnames				
Hals	Latero-laterale opname	- Nek en hoofd in rechte positie - Overlappende aanzichten	Cervicale wervels	
Rug	Latero-laterale opname	Centreren straal: wervellichamen 15 cm ventreeel t.o.v. dorsale middenlijn	- Thoracale wervels - Lumbale wervels	

		• Uiteinden doornuitsteeksels: centreren 3 cm ventraal t.o.v. dorsale middenlijn • Hoek 30° voor controle facetgewrichten • Overlappende aanzichten		
Bijkomende opnames Amerika				
Voet	Dorsopalmaire/dorsoplantaire opname (op platte blok)	• Hoef op vlak blok • Beeldreceptor verticaal achter voet • Straal horizontaal aan grond • Centreren op dorsale hoofwand • Gericht op midsagittale vlak aan pedaalbeen, 2 cm boven dorsale kroonrand	• Gehele hoofwand • Straalbeen • Proximale falanx (P1) • Middelste falanx (P2) • hoefbeen (P3) • Sesambeenderen (distaal)	
Straalbeen	Skyline	• Hoef op blok • Beeldreceptor achter voet • Centrale straal tussen hielbollen • Hoek 45° • Collimeer rond straalbeen	• Straalbeen • Processus palmaris hoefbeen (P3)	
Carpus	Lateromediale opname	• Cassette verticaal tegen mediale zijde carpus • Straal horizontaal en evenwijdig aan hielbollen • Centreren op middelste carpale gewricht – distale rand haakbeentje	• Radius • Metacarpus • Os carpi accessorium • Handwortelbeen (radiaal, intermediair en ulnair) • Tweede, derde en vierde handwortelbeenderen	
	Dorsopalmaire opname	• Cassette loodrecht op horizontale primaire bundel houden • Straal horizontaal aan grond • Centreren ter hoogte van midden carpus	• Radius • Haakbeentje • Tweede, derde en vierde middenhandsbeentje • Carpale botstructuren	

Dit protocol is ontwikkeld voor de radiografische keuring van paarden bij aan- en verkoop in België. Het is gebaseerd op de literatuurstudie en bestaande protocollen uit het buitenland (Nederland en Duitsland). Het protocol biedt een gestructureerde werkvolgorde voor draagbare röntgenapparatuur en houdt rekening met stralingsveiligheid en praktische efficiëntie.

Voorvoet (Podo)

- 1 LM opname (2.2.1)
 - Weergave structuren: Hoefwand, P1, P2, P3, distale en proximale interfalangeale gewrichten en het straalbeen.
 - Diagnostisch nut: Opsporen van fragmenten en fractures, hoefbevangenheid.
- 2 DPa opname (2.2.2)
 - Weergave structuren: Hoefwand, P1, P2, P3, straalbeen.
 - Diagnostisch nut: Hoefkatrol, fragmenten in het kroongewricht, botcysten in het hoefbeen.

Kogel

- 3 LM opname (flexed) (2.3.1)
 - Weergave structuren: Metacarpus, P1, gesuperponeerde mediale en laterale sesambeenderen.
 - Diagnostisch nut: OCD en osteoarthritis.
- 4 D45°L-PaMO opname (2.3.3)
 - Weergave structuren: Metacarpus, P1, laterale sesamoïde.
 - Diagnostisch nut: OCD en sesamoïditis.
 - Opmerking: De röntgenbundel wordt onder een hoek van 45° gericht tussen dorsaal en lateraal.
- 5 D45°M-PaLO opname (2.3.3)
 - Weergave structuren: Metacarpus, P1, mediale sesamoïde.
 - Diagnostisch nut: OCD en sesamoïditis.
 - Opmerking: De röntgenbundel wordt onder een hoek van 45° gericht tussen dorsaal en mediaal.

Spronggewricht

- 6 LM opname (2.4.1)
 - Weergave structuren: Tibia, calcaneus, talus, centrale tarsale bot, derde en vierde tarsale botten en het derde middenvoetsbeentje.
 - Diagnostisch nut: **OCD** en spat.
- 7 DPI opname (2.4.2)
 - Weergave structuren: Tibia, calcaneus, talus, centraal-, derde- en vierde tarsale botten en het derde middenvoetsbeentje.
 - Diagnostisch nut: OCD en spat.
- 8 D45°L-PIMO opname (2.4.3)
 - Weergave structuren: Tibia, calcaneus, talus, centraal tarsale bot, tweede- en derde middenvoetsbeentje en het eerste- en tweede voetbeentje (versmolten).
 - Diagnostisch nut: OCD en **spat**.

Knie

- 9 Caudocraniale opname (2.5.2)
 - Weergave structuren: Femur, patella, tibia en fibula.
 - Diagnostisch nut: Subchondrale botcysten.
- 10 Cd 60°L-CrMO opname (2.5.3)
 - Weergave structuren: Trochleaire richels en de condylen van de femur (zonder overlap).
 - Diagnostisch nut: OCD en subchondrale botcysten.

EXTRA OPNAMES

Rug en Hals

- 11 Latero-laterale opname van de rug (2.7.1)
 - Weergave structuren: Thoracale- en lumbale wervels.
 - Diagnostisch nut: Kissing spines en osteoartritis.
- 12 Latero-laterale opname van de hals (2.6.1)
 - Weergave structuren: Cervicale wervels (C1-C7).
 - Diagnostisch nut: Wervelafwijkingen en osteoartritis.

6 Discussie

In deze bachelorproef werd een gestandaardiseerd radiografisch protocol opgesteld voor de aan- en verkoop van paarden in België. De noodzaak voor dit protocol werd duidelijk door het ontbreken van een uniform systeem binnen België, terwijl in het buitenland wel uniforme protocollen worden gehanteerd. Dit gebrek aan standaardisatie kan leiden tot verschillen in interpretatie en uitvoering tussen dierenartsen, wat kan resulteren in misverstanden of juridische geschillen. Het voorgestelde protocol draagt bij aan een meer gestructureerde aanpak van radiografische keuringen en kan, door de grotere uniformiteit en transparantie, het risico op misverstanden of juridische conflicten helpen verkleinen.

Het protocol omvat een reeks essentiële radiografische opnames, waaronder beelden van de ondervoet, kogel, sprong en knie. Daarnaast kunnen opnames van de rug en hals worden toegevoegd, afhankelijk van de wens van de koper of de specifieke kenmerken van het paard, zoals ras en discipline. Dit protocol in deze bachelorproef is opgesteld op basis van de informatie uit de literatuurstudie en gangbare praktijken. De opnames die zijn gekozen voor dit protocol bieden een grote meerwaarde voor de diagnostische weergave van veelvoorkomende orthopedische aandoeningen, zoals osteochondrose (OCD), artrose en botcysten. Elke opname heeft een specifieke diagnostische waarde die helpt om bepaalde aandoeningen op te sporen of uit te sluiten. Dit gestandaardiseerde protocol biedt een overzicht van de opnames die de sterkste inbreng zouden hebben in het weergeven van de meest voorkomende orthopedische aandoeningen. Zo geeft een lateromediaal beeld van de hoof informatie over mogelijke fragmenten, fractures en hoofbevangenheid. Een dorsopalmair (DPA) beeld van de hoof toont eveneens fragmenten, maar is daarnaast geschikt voor het in beeld brengen van botcysten en veranderingen aan de hoofkatrol. Voor de kogel biedt een LM-opname inzicht in osteoartritis en OCD, terwijl de twee schuine opnames nuttig zijn voor de detectie van sesamoiditis en OCD. De sprong wordt idealiter onderzocht met een combinatie van LM-, DPI- en D45°L-PIMO-opnames, die allen gericht zijn op het opsporen van OCD en spat. Wat betreft de knie geeft een caudocraniale opname een goed beeld van subchondrale botcysten, terwijl de Cd60°L-CrMO-opname zowel OCD als subchondrale botcysten kan aantonen (Brown & Brown, 2021; Butler et al., 2017; Weaver & Barakzai, 2009).

Hoewel het protocol niet alle opnames bevat die in de gangbare praktijk worden toegepast, biedt de ruimte voor aanpassingen. Zowel de koper als verkoper kunnen wensen voor extra opnames aangeven, en de dierenarts heeft de mogelijkheid om het protocol aan te passen en zijn eigen professionele inbreng te leveren, afhankelijk van de specifieke situatie van het paard. Voor een gedetailleerd overzicht van de verschillende opnames en hun bijbehorende diagnostische waarde kan men terecht bij Tabel 2: Overzicht opnames literatuurstudie.

Naar aanleiding van de variatie in werkwijzen onder dierenartsen is er in dit protocol bewust voor gekozen om geen vaste volgorde voor de opnames vast te leggen. Elke dierenarts hanteert immers een eigen aanpak, gebaseerd op persoonlijke ervaring en gewoontes. Daarnaast speelt het type toestel dat tijdens het keuringsproces wordt gebruikt een belangrijke rol. Bij een vast toestel is het verplaatsen van het paard vaak complex, terwijl een draagbaar toestel juist de mogelijkheid geeft om zo min mogelijk aan te passen aan de instellingen om de efficiëntie te behouden (Roels, 2025). Om voldoende flexibiliteit te garanderen en aan te sluiten bij de praktijkrealiteit, werd daarom afgezien van het voorschrijven van een vaste opnamevolgorde.

Het belang van dit protocol kan niet worden onderschat. Radiografische keuringen brengen aanzienlijke kosten met zich mee en spelen een cruciale rol in transacties die vaak om grote geldbedragen draaien. Zo wordt voor een keuring van 42 opnames al gauw rond de €1360 betaald (Demeer, 2025, januari 28). Het protocol helpt om risico's op lange termijn correct in te schatten door paarden niet simpelweg als 'goed' of 'afgekeurd' te bestempelen. Dit voorkomt dat paarden met mogelijke latente problemen onterecht als volledig gezond worden beschouwd, of vice versa.

Daarnaast wordt er rekening mee gehouden dat elke radiografische opname een blootstelling aan straling met zich meebrengt, zowel voor het paard als voor het aanwezige personeel. Röntgenstraling is een vorm van ioniserende straling, die in staat is om cellulaire structuren te beschadigen door interactie met het DNA. Bij herhaalde of langdurige blootstelling kan dit leiden tot mutaties die het risico op de ontwikkeling van kanker verhogen (Bushberg & Boone, 2011). Hoewel de dosis tijdens een standaard veterinaire opname relatief laag is, is het cumulatieve²¹ effect van belang, met name voor personeel dat regelmatig aan deze procedures wordt blootgesteld. Voor dieren is het risico kleiner bij incidentele blootstelling, maar bij jonge dieren kan straling gevoeliger effect hebben op delende cellen. Daarom is het noodzakelijk dat stralingsbeschermingsmaatregelen strikt worden nageleefd. Dit omvat onder andere het gebruik van loodschorten, handschoenen, afstand bewaren tot de stralingsbron, en het beperken van het aantal opnames tot wat strikt noodzakelijk is. Deze voorzorgsmaatregelen zijn niet alleen wettelijk verplicht, maar ook fundamenteel voor het waarborgen van de gezondheid van zowel mens als dier (Lochard et al., 2009; Wrixon, 2008).

Dit benadrukt de noodzaak van een zorgvuldig afgewogen basisprotocol dat enkel wordt uitgebreid indien noodzakelijk. Zo wordt ruimte geboden voor bijkomende opnames afhankelijk van factoren zoals de leeftijd, het gebruiksdoel van het paard en specifieke verzoeken van de klant of aanbevelingen van de dierenarts. Het protocol biedt daarmee een balans tussen een uitgebreide en doeltreffende keuring en een verantwoorde omgang met stralingsrisico's.

Het geïntroduceerde protocol vormt door dit alles een waardevolle bijdrage aan de professionalisering van de Belgische paardenmarkt. Door uniformiteit te bevorderen en de diagnostische nauwkeurigheid te verhogen, draagt dit protocol bij aan een transparantere en eerlijkere handel, wat uiteindelijk zowel het welzijn van het paard als de belangen van koper en verkoper ten goede komt. Het is belangrijk te benadrukken dat deze bachelorproef zich uitsluitend richt op de radiografische keuring en niet op de volledige klinische keuring van het paard. Hoewel de radiografische beoordeling een onmisbaar diagnostisch hulpmiddel is, blijft een volledige veterinaire evaluatie noodzakelijk om een totaalbeeld van de gezondheid en functionaliteit van het paard te verkrijgen.

²¹ Cumulatief: Alle resultaten worden vanaf het begin af aan bij elkaar opgeteld.

7 Besluit

Uit deze bachelorproef blijkt duidelijk dat radiografisch onderzoek een fundamentele rol speelt in de aankoop- en verkoopkeuring van paarden. De literatuurstudie toont aan dat standaardbeelden van onder meer de ondervoet, kogel, sprong en knie onmisbaar zijn voor het opsporen van veelvoorkomende aandoeningen zoals osteochondrose (OCD), artrose en botcysten. In de praktijk blijkt echter dat het radiografisch protocol sterk varieert tussen dierenartsen in België, wat leidt tot ongelijkheid in de keuringen en onzekerheid bij zowel kopers als verkopers.

Door Belgische dierenartsen te bevragen en hun praktijkervaringen te vergelijken met bestaande protocollen in buurlanden zoals Nederland en Duitsland, werd aangetoond dat er behoefte is aan meer uniformiteit. Zo omvat het standaardprotocol in Nederland minimaal twintig opnames en wordt in Duitsland een vergelijkbare set gehanteerd, terwijl in België geen formeel minimum geldt. Deze inconsistentie kan leiden tot interpretatieverschillen en verminderde betrouwbaarheid van de keuringen.

Het opgestelde voorstel voor een gestandaardiseerd protocol, gebaseerd op de meest voorkomende praktijken in België en internationale aanbevelingen, biedt een duidelijke structuur en ondersteunt de objectiviteit van radiografische keuringen. Het draagt bovendien bij aan een transparantere communicatie tussen dierenartsen, kopers en verkopers.

Concluderend kan gesteld worden dat er een duidelijke nood is aan een uniform radiografisch protocol binnen België. Een dergelijk protocol verhoogt niet alleen de diagnostische waarde van aankoopkeuringen, maar draagt ook bij aan het vertrouwen in de paardensector als geheel. Implementatie ervan kan op termijn leiden tot een meer gestandaardiseerde en kwalitatieve benadering van veterinaire keuringen bij paarden.

Lijst van tabellen en figuren

Lijst van tabellen

Tabel 1: Radiografische classificatie van het straalbeen (Dik, 1992)	16
Tabel 2: Overzicht opnames literatuurstudie	55
Tabel 3: Overzicht van anatomische referentievlakken en richtingsaanwijzingen bij dieren (Colville & Bassert, 2015)	74

Lijst van figuren

Figuur 1: Stralingsdosimeter (Weaver & Barakzai, 2009)	9
Figuur 2 A & B: Casettehouders (Brown & Brown, 2021)	9
Figuur 3: Het lichtstraaldiafragma (Weaver & Barakzai, 2009)	10
Figuur 4: Hoef opgevuld met plasticine (Brown & Brown, 2021)	11
Figuur 5: Positioneringsblok (Brown & Brown, 2021)	11
Figuur 6: Terminologie van de aanzichten van de proximale ledematen van het paard. Binnenste cirkel: Veelgebruikte terminologie en invalshoeken. Buitenste cirkel: Juiste richtingstermen voor de schuine aanzichten genomen ter hoogte van de metacarpus. P en Pa, palmair; D, dorsaal; Pr, proximaal; Di, distaal; M, mediaal; L, lateraal; O, oblique/schuin (Brown & Brown, 2021)	12
Figuur 7: Voorbeelden van cassetetunnels (Brown & Brown, 2021)	12
Figuur 8: Positionering voor een lateromediale opname van de voet met behulp van een blok (Brown & Brown, 2021)	13
Figuur 9: Lateromediale positionering van de voet, cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)	13
Figuur 10: Lateromediaal radiografisch beeld van de voet. a – proximale falanx (P1), b – middelste falanx (P2), c – distale falanx (P3), d – straalbeen (Weaver & Barakzai, 2009)	14
Figuur 11: Dorsopalmar gewicht dragend radiografisch beeld van een normale voet. A – proximale falanx, B – middelste falanx, C – distale falanx (Weaver & Barakzai, 2009)Figuur 12 (A & B): Lateromediaal radiografisch beeld van de voet. a – proximale falanx (P1), b – middelste falanx (P2), c – distale falanx (P3), d – straalbeen (Weaver & Barakzai, 2009)	14
Figuur 13: Dorsopalmaire/dorsoplantaire positionering van de voet, cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)	15
Figuur 14: Dorsopalmar gewicht dragend radiografisch beeld van de voet. A – proximale falanx, B – middelste falanx, C – distale falanx (Weaver & Barakzai, 2009)	15
Figuur 15: Gezond gewricht versus artrotisch gewricht (Raaphorst)	18
Figuur 16: Positionering voor een lateromediale opname van de kogel (Brown & Brown, 2021)	20
Figuur 17: Lateromediale positionering van de kogel, cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)	20
Figuur 18: Positionering voor een flexed lateromediale opname van de kogel (Brown & Brown, 2021)	20
Figuur 19: Lateromediale flexed positionering van de cassette en röntgenstraal (Weaver & Barakzai, 2009)	20
Figuur 20: Lateromediaal radiografisch beeld van een normale kogel bij een volwassen paard (voorbeen). a – Metacarpus, b – Proximale falanx (P1), c – Gesuperponeerde mediale en laterale sesambeenderen (Weaver & Barakzai, 2009)	21
Figuur 21: Lateromediaal flexed radiografisch beeld van de kogel. a – Metacarpus, b – Proximale falanx (P1), c – Gesuperponeerde mediale en laterale sesambeenderen (Weaver & Barakzai, 2009)	21

Figuur 22: Positionering van de kogel, cassette en primaire straal om een dorsopalmair beeld van het kogelgewricht te verkrijgen met de straal onder een proximale hoek van 10° (Weaver & Barakzai, 2009).....	22
Figuur 23: Positionering voor een dorsopalmaire/dorsoplantaire opname van de kogel (Brown & Brown, 2021).....	22
Figuur 24: Dorso10° proximaal-palmarodistaal schuin zicht van een normale volwassen kogel. a – Derde middenhandsbeen, b – Proximale falanx, LS – Lateraal sesambebeen, MS – Mediaal sesambebeen (Weaver & Barakzai, 2009).....	22
Figuur 25: Positionering voor de D45°M-PaLO opname van de (linker) kogel (Brown & Brown, 2021).....	23
Figuur 26: Positionering voor de D45°L-PaMO opname van de (linker) kogel (Brown & Brown, 2021).....	23
Figuur 27: Positionering van de kogel, cassette en röntgenstraal om een dorsolateraal-palmaromediaal of dorsomediaal-palmarolateraal schuin zicht te verkrijgen (Weaver & Barakzai, 2009).....	23
Figuur 28: Dorsomediaal-palmarolateraal aanzicht van een normale kogel. a – Metacarpus, b – Proximale falanx (P1), c – Mediale sesamoïde (Weaver & Barakzai, 2009)	23
Figuur 29: Lateromediale opname van een metacarpofalangeaal gewricht van een volbloed jaarling. Er is een enigszins heterogene troebelheid waarbij de sagittale kam van het derde middenhandsbeentje dorsaal over het proximale aspect van de proximale falanx wordt gelegd (Butler et al., 2017).....	24
Figuur 30: Lateromediale opname van een metacarpofalangeaal gewricht. Er is een kleine, goed afgeronde gemineraliseerde opaciteit op het dorsoproximale aspect van de proximale falanx (Butler et al., 2017).....	25
Figuur 31: Lateromediale (gebogen) opname van dezelfde kogel als figuur. Er is een groot defect zichtbaar in het dorsale aspect van de sagittale kam van het derde middenhandsbeentje (pijlen). Dit wordt gekenmerkt als osteochondrose (Butler et al., 2017)	25
Figuur 32: Dorsaal 30°, proximaal 70°, mediaal, plantarodistaal, lateraal, schuin beeld van een middenvoetsbeentje. Er is een niet-articulair osteochondraal fragment van het proximoplantaire aspect van de mediale plantaire processus van de proximale falanx zichtbaar (Butler et al., 2017)...	25
Figuur 33: Röntgenfoto en schets van een dorsolateraal-palmaromediaal schuine opname van een metacarpofalangeaal gewricht. A = derde middenhandsbeentje, B = proximale falanx, C = mediaal proximaal sesamoïde, D = lateraal proximaal sesamoïde (Butler et al., 2017).....	26
Figuur 34: Positionering voor een lateromediale opname van het spronggewricht (Brown & Brown, 2021).....	28
Figuur 35: positionering van het spronggewricht, cassette en röntgenstraal voor een lateromediale opname (Weaver & Barakzai, 2009)	28
Figuur 36: Lateromediaal radiografisch beeld van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centrale tarsale bot, e – Derde tarsal, f – Vierde tarsal, g – Derde middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009).....	29
Figuur 37: Positionering voor een dorsoplantaire opname van het spronggewricht (Brown & Brown, 2021).....	30
Figuur 38: Positionering van het spronggewricht, de cassette en röntgenstraal voor een dorsoplantaire opname (Weaver & Barakzai, 2009).....	30
Figuur 39: Schematisch overzicht van de botten van het tarsale gewricht bij een paard (Brown & Brown, 2021)	30
Figuur 40: Dorsoplantair radiografisch beeld van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centraal tarsal, e – Derde tarsal, f – Vierde tarsal, g – Derde middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009).....	30
Figuur 41: Positionering voor een DLPMO-opname van het spronggewricht (Brown & Brown, 2021) 31	
Figuur 42: Positionering van het spronggewricht, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een dorsolaterale-plantaromediale opname (Weaver & Barakzai, 2009)	31

Figuur 43: Dorsolaterale-plantaromediale radiografische foto van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centraal middenrif, e – Derde voetbeentje, f – Vierde voetbeentje, g – Derde middenvoetsbeentje, h – Vierde middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009).....	32
Figuur 44: Positionering van het spronggewricht, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een dorsomediale-plantarolaterale opname (Weaver & Barakzai, 2009)	33
Figuur 45: Dorsomediaal-plantarolateraal radiografische foto van het spronggewricht. a – Tibia, b – Calcaneus, c – Talus, d – Centraal voetbeentje, e – Derde middenvoetsbeentje, f – Versmolten eerste en tweede voetbeentje, g – Derde middenvoetsbeentje, h – Tweede middenvoetsbeentje (Weaver & Barakzai, 2009)	34
Figuur 46: Het plaatsen van tape aan het proximale uiteinde van het scheenbeen om te helpen bij het centreren van de primaire bundel voor een lateromediale röntgenfoto van de knie (Weaver & Barakzai, 2009)	36
Figuur 47: Het plaatsen van tape aan het proximale uiteinde van het scheenbeen om te helpen bij het centreren van de primaire bundel voor een lateromediale röntgenfoto van de knie	37
Figuur 48: Positionering van de knie, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een laterale opname (Weaver & Barakzai, 2009).....	37
Figuur 49: Lateromediale radiografische foto van de knie. a – Femur, b – Patella, c – Tibia (Weaver & Barakzai, 2009)	37
Figuur 50: Positionering voor een caudocraniale opname van de knie (Brown & Brown, 2021).....	38
Figuur 51: Positionering van de knie, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een caudocraniale opname (Weaver & Barakzai, 2009)	38
Figuur 52: Positionering van de knie, cassette en röntgenstraal voor een caudocraniale opname (Weaver & Barakzai, 2009)	38
Figuur 53: Caudocraniaal radiografisch beeld van de knie. a – Femur/Dijbeen, b – Patella/Knieschijf, c – Tibia/Scheenbeen, d – Fibula/Kuitbeen (Weaver & Barakzai, 2009).....	39
Figuur 54: Positionering van het ledemaat, cassette en röntgenstraal voor een caudaal 60° lateraal-craniomediaal schuine opname van de knie te verkrijgen (Butler et al., 2017)	40
Figuur 55: Positionering van de patiënt, cassette, centreerpunt van de röntgenstraal (rood kruis) en collimatie van de primaire straal (groene omtrek) voor een caudaal 60° lateraal-craniomediaal schuine opname (Weaver & Barakzai, 2009).....	40
Figuur 56: Caudale 60° lateraal-craniomediale schuine opname van de knie. a – Femur, b – Patella, c – Tibia	41
Figuur 57: Positionering voor een latero-laterale opname van de hals (Brown & Brown, 2021)	43
Figuur 58: Figuur 37: Positionering van paard, cassette en röntgenapparaat om zijaanzichten te verkrijgen van de craniale cervicale (ononderbroken pijl), mid-cervicale (gestippelde pijl) en caudale cervicale (gestippelde pijl) wervels (Weaver & Barakzai, 2009)	43
Figuur 59: Zijaanzicht van de atlas, axis en schedel van de derde wervel (C1-C3) (Weaver & Barakzai, 2009).....	44
Figuur 60: Laterale opname van de vierde (caudale aspect) tot de zevende cervicale (craniaal aspect) wervels (Weaver & Barakzai, 2009)	45
Figuur 61: Laterale opname van de tweede tot en met de vijfde halswervel (Weaver & Barakzai, 2009).....	45
Figuur 62: Positionering van de cassette voor vier opeenvolgende overlappende aanzichten van de thoracale- en lumbale wervels (Weaver & Barakzai, 2009).....	46
Figuur 63: Laterale opname van de wervels van het thoracale (caudaal) en lumbale (craniaal) gebied (T14-L3) (Weaver & Barakzai, 2009)	47
Figuur 64: Laterale opname van de doornuitsteeksels van de thoracale wervels T5-T8 (Weaver & Barakzai, 2009)	47
Figuur 65: Positioneren van de voet op een voetblok om een gewichtdragende DP-weergave van de hoof te verkrijgen (Brown & Brown, 2021)	49
Figuur 66: Positionering van cassette en balk voor een skyline van het straalbeen (Weaver & Barakzai, 2009)	50

Figuur 67: Palmaroproximaal-palmarodistale schuine ('flexor') weergave van het straalbeen en de processus palmaris van P3. a – straalbeen, b – processus palmaris van distale falanx (P3) (Weaver & Barakzai, 2009)	51
Figuur 68: Positionering voor een lateromediale opname van de carpus (Brown & Brown, 2021)	51
Figuur 69: Positionering van het ledemaat en de cassette (mediale zijde van gewricht) om een lateromediaal beeld te verkrijgen van de carpus (Weaver & Barakzai, 2009)	51
Figuur 70: Lateromediale opname van een normale carpus. a – Radius, b – Metacarpus, c – Haakbeentje (os carpi accessorium), d – Radiaal, intermediair en ulnair handwortelbeen, e – Tweede, derde en vierde handwortelbeenderen (Weaver & Barakzai, 2009)	52
Figuur 71: Positionering voor een dorsopalmaire opname van de carpus (Brown & Brown, 2021)	53
Figuur 72: Positionering van het ledemaat en de cassette voor een dorsopalmaire opname van de carpus (Weaver & Barakzai, 2009)	53
Figuur 73: Dorsopalmaire weergave van de carpus. A – Radius, B – Haakbeentje, C – Derde middenhandsbeentje, D1 + 2 – Vierde (1) en tweede (2) middenhandsbeentjes, RC – Radiocarpaal bot, UC – Ulnaire carpale bot, IC – Intermediair carpaal bot, 2 – Tweede carpaal bot, 3 – Derde carpaal bot, 4 – Vierde carpaal bot (Weaver & Barakzai, 2009)	53
Figuur 74: Achterbeen van het paard (Aspinall, 2006)	73
Figuur 75: Voorbeen van het paard (Aspinall, 2006)	73
Figuur 76: Skelet van het paard (Aspinall, 2006)	73
Figuur 77: Linker carpus van het paard (a) zijaanzicht (b) dorsaal aanzicht (Aspinall, 2006)	74
Figuur 78: Zijaanzicht van het distale deel van de voorpoot (Aspinall, 2006)	74
Figuur 79: Dorsaal aanzicht van het linker spronggewricht (Aspinall, 2006)	74
Figuur 80: Anatomische referentievlakken en richtingstermen (Colville & Bassert, 2015)	75
Figuur 81: Reglement Keuringsdierenarts voor Paarden (Paard, 2019)	78
Figuur 82: Röntgengids Duitsland (GPM & GEVA, 2018)	92

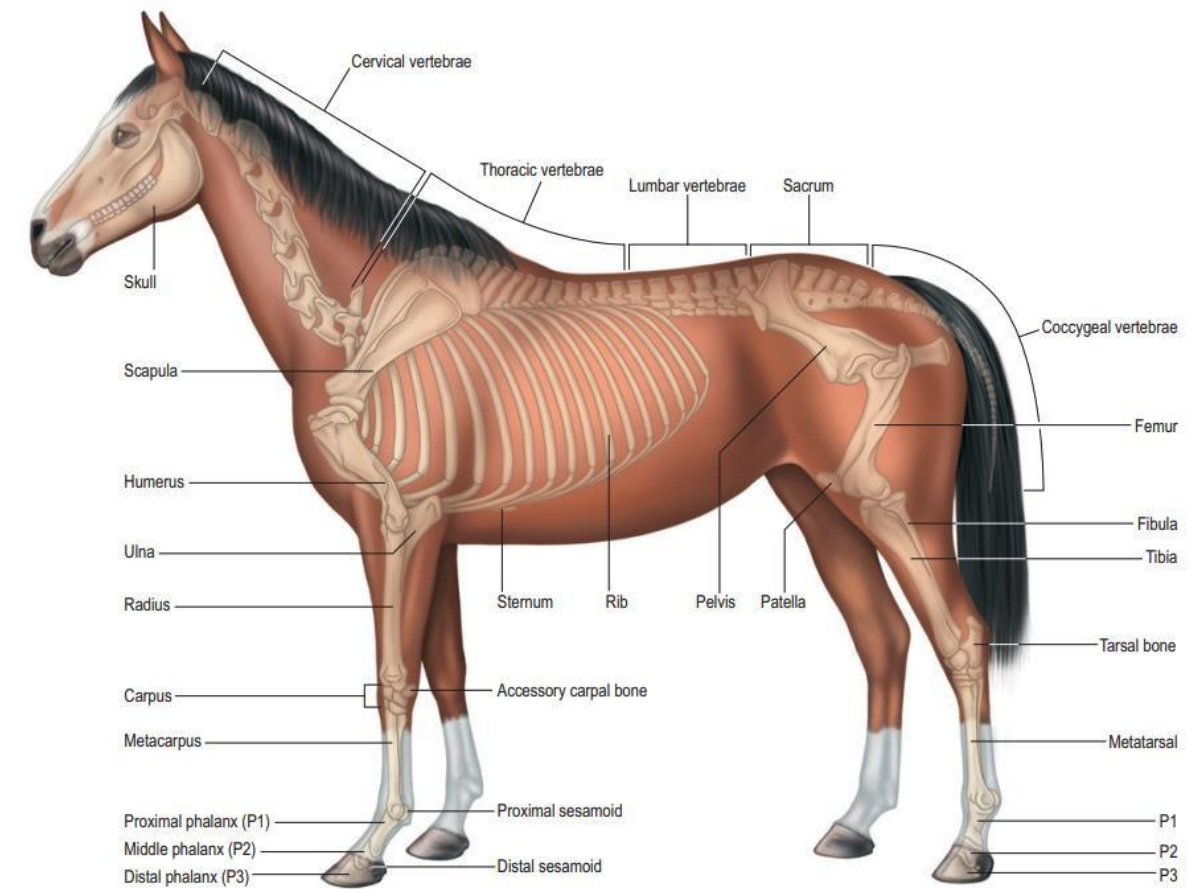
Lijst met afkortingen

- 1) Cd60°L-CrMO = Caudaal60°lateraal-craniomedial oblique
- 2) CdCr = Caudocraniaal
- 3) CdPrCrDi = Caudoproximaal-craniodistaal
- 4) D45°L-PaMO = Dorso45°lateraal-palmaromedial oblique
- 5) D45°M-PaLO = Dorso45°medial-palmarolaterale oblique
- 6) D55°Pr-PaDiO = Dorso55°proximaal-palmarodistale oblique
- 7) DP10°-PaDO = Dorsoproximaal10°-palmarodistale oblique
- 8) DPa = Dorsopalmar
- 9) DPI = Dorsoplantair
- 10) DPrPaDiO = Dorsoproximaal-palmarodistale oblique
- 11) LM = Lateromedial
- 12) OC = Osteochondrose
- 13) OCD = Osteochondritis dissecans
- 14) P1 = Proximale falanx - kootbeen
- 15) P2 = Middelste falanx - kroonbeen
- 16) P3 = Distale falanx – hoefbeen
- 17) PaPr-PaDiO = Palmaroproximaal-palmarodistale oblique

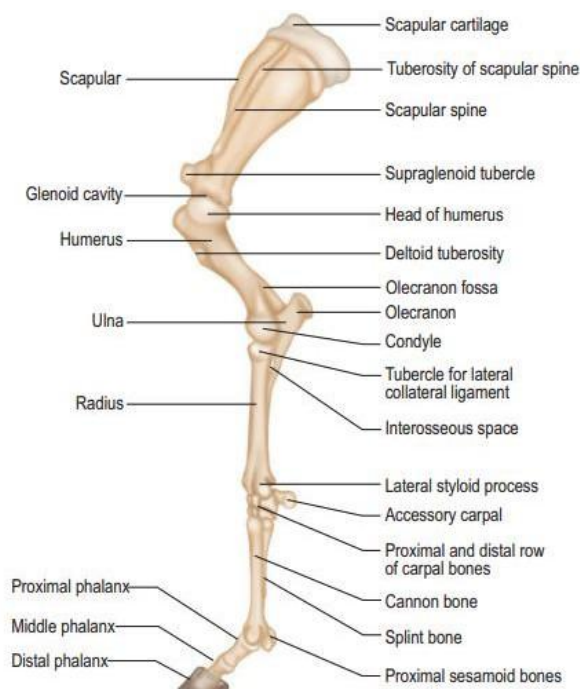
Lijst van bijlagen

BIJLAGE 1: ANATOMIE PAARD	73
BIJLAGE 2: ANATOMISCHE REFERENTIEVLAKKEN EN RICHTINGSTERMEN	75
BIJLAGE 3: STANDAARD PROTOCOL NEDERLAND	77
BIJLAGE 4: RÖNTGENGIDS DUITSLAND	79
BIJLAGE 5: VOORGESTELDE BLOOTSTELLINGSGRAFIEK	93

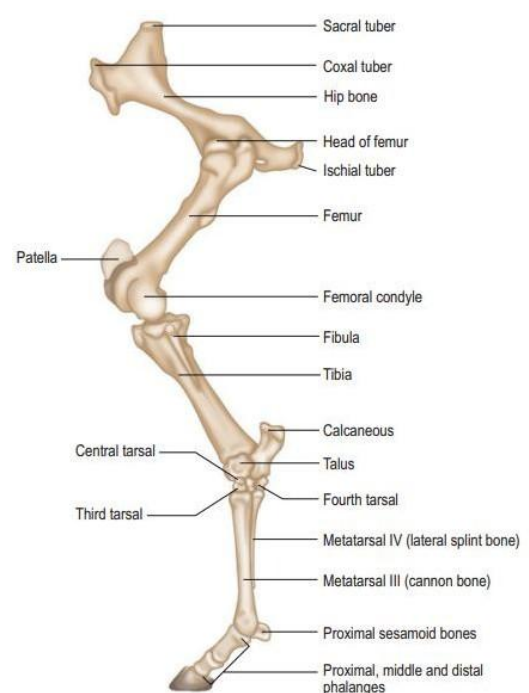
Bijlage 1: Anatomie paard



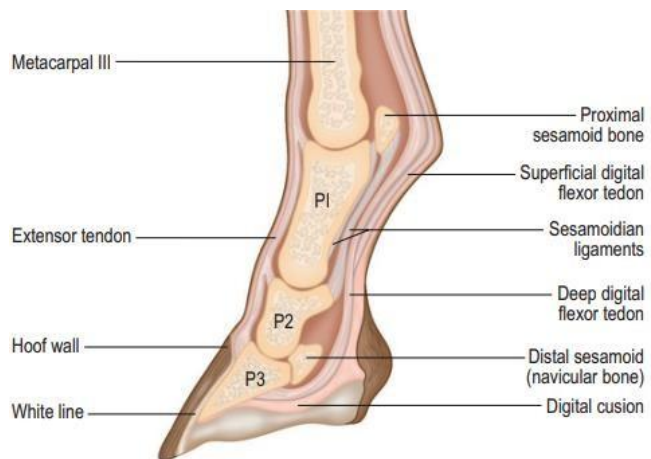
Figuur 76: Skelet van het paard (Aspinall, 2006)



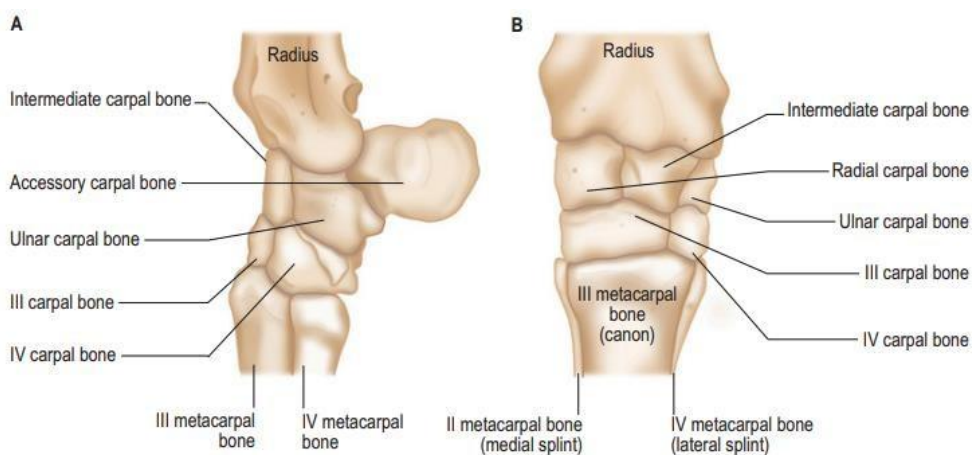
Figuur 75: Voorbeen van het paard (Aspinall, 2006)



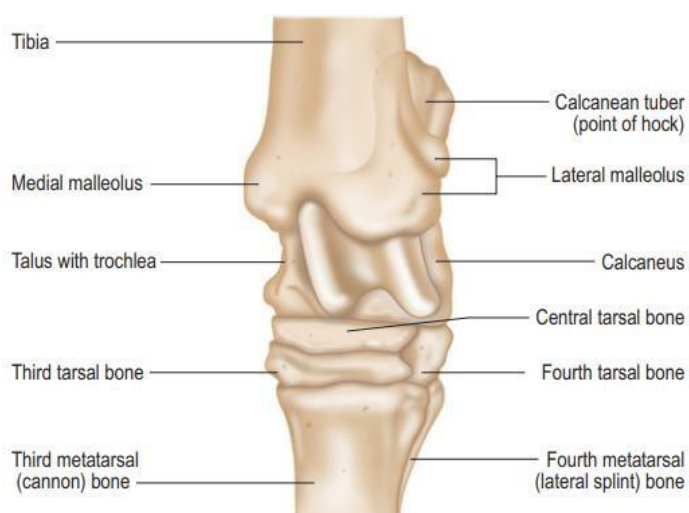
Figuur 74: Achterbeen van het paard (Aspinall, 2006)



Figuur 78: Zijaanzicht van het distale deel van de voorpoot (Aspinall, 2006)

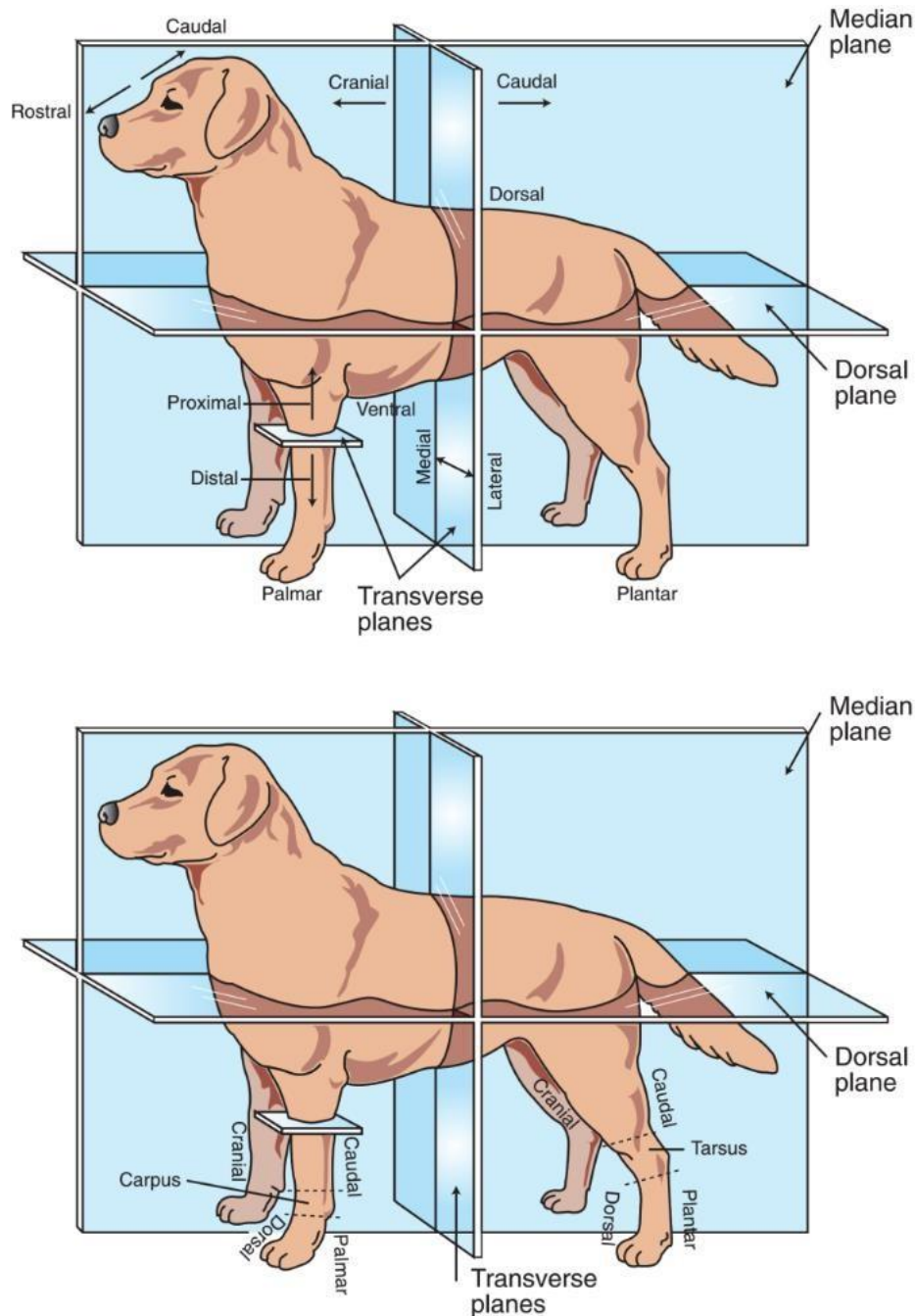


Figuur 77: Linker carpus van het paard (a) zijaanzicht (b) dorsaal aanzicht (Aspinall, 2006)



Figuur 79: Dorsaal aanzicht van het linker spronggewricht (Aspinall, 2006)

Bijlage 2: Anatomische referentievlakken en richtingstermen



Figuur 80: Anatomische referentievlakken en richtingstermen (Colville & Bassert, 2015)

Engelse/Latijnse term	Nederlandse term	Uitleg
Referentievlakken		
Sagittal plane	Sagittaal vlak	Verdeelt het lichaam in een linker- en rechterhelft (deze hoeven niet symmetrisch te zijn).
Median plane	Mediaanvlak	Een specifiek sagittaal vlak dat het lichaam precies in gelijke linker- en rechterhelften verdeelt.
Transverse plane	Transversaal vlak	Verdeelt het lichaam in een voorste (craniaal) en achterste (caudaal) deel (deze hoeven niet symmetrisch te zijn).
Dorsal plane	Dorsaal vlak	Verdeelt het lichaam in een rugzijde (dorsaal) en buikzijde (ventraal) (deze hoeven niet symmetrisch te zijn).
Richtingsaanwijzingen		
Cranial	Craniaal	Richting het hoofd of de schedel.
Caudal	Caudaal	Richting de staart.
Rostral	Rostraal	Dichter bij de neus (voor structuren in het hoofd).
Dorsal	Dorsaal	Richting de rug of bovenzijde.
Ventral	Ventraal	Richting de buik of onderzijde.
Medial	Mediaal	Dichter bij de middenlijn van het lichaam.
Lateral	Lateraal	Verder van de middenlijn van het lichaam.
Proximal	Proximaal	Dichter bij de romp (voor ledematen).
Distal	Distaal	Verder van de romp (voor ledematen).
Palmar	Palmar	Richting de zool van de voorpoten (bij dieren met poten).
Plantar	Plantair	Richting de zool van de achterpoten (bij dieren met poten).
Carpus	Polsgewricht	Het polsgebied of het gewricht dat de voorpoten met de onderarm verbindt.
Tarsus	Spronggewricht/hak	Het enkelgebied of het gewricht dat de achterpoten met het onderbeen verbindt.

Tabel 3: Overzicht van anatomische referentievlakken en richtingsaanwijzingen bij dieren (Colville & Bassert, 2015)

Bijlage 3: Standaard protocol Nederland

PROTOCOL RADIOLOGIE KEURINGSDIERENARTS VOOR PAARDEN

Er dient een complete set van tenminste 20 opnamen beoordeeld te worden. De beoordeling van eventueel gemaakte aanvullende opname(n), buiten de standaard serie, dient vermeld te worden op het betreffende keuringsformulier en ter toetsing te worden meegeleverd. Dit zal in de keuringsbeslissing tot uiting moeten komen. De beoordeling hiervan zal door de TC worden getoetst.

Alle opnamen dienen te zijn voorzien van duidelijke printgegevens waarop zo mogelijk de volgende gegevens dienen te staan:

1. afstamming paard,
2. leeftijd paard / kleur / geslacht,
3. stamboek en /of chipnummer paard,
4. naam opdrachtgever,
5. datum waarop opnamen zijn gemaakt,

Het paard moet te allen tijde waterdicht te identificeren zijn d.m.v. de printgegevens en deze moeten corresponderen met de gegevens op het keuringsrapport.

Alle opnamen en/ of afdrukken dienen te zijn voorzien van een links/rechts aanduiding.

Zowel printgegevens als links/rechts aanduiding dienen leesbaar te zijn in de stralenrichting.

Alle opnamen en/ of afdrukken dienen goed beoordeelbaar te zijn, dat wil zeggen:

- goed gecentreerd op het betreffende object,
- correct van richting,
- voldoende helder,
- voldoende contrast,
- vrij van artefacten.

De volgende opnamerichtingen dienen tenminste aanwezig te zijn:

1. Podo voor:
 - a. LM/ML opname
 - b. DPa (AP) opname op podoblok
 - c. Toelichting: de LM/ML opname gecentreerd op het straalbeen, waarbij het hofbeen, hofgewricht, kroonbeen, kroongewricht en voor zover mogelijk het kootbeen en kootgewricht verantwoord beoordeelbaar zijn. De DPa opname: de voet geplaatst in het podo-blok, het kootgewricht zoveel mogelijk gestrekt, het straalbeen geprojecteerd op het onderste derde deel van het kroonbeen, niet gesuperponeerd door het hofgewricht en zodanig gediafragmeerd dat tenminste het proximale deel van het hofbeen tevens beoordeelbaar is. De ondervoet zodanig voorbereid dat de opname vrij is van artefacten
2. Kootgewricht voor:
 - a. D45°L-PaMO (APMO) opname
 - b. D45°M-PaLO (APLO) opname
 - c. LM opname
 - d. Toelichting: de oblique opnamen onder een hoek van 45° waarbij op het kootgewricht wordt gecentreerd en er zodanig wordt gediafragmeerd dat het kootgewricht en het uitprojecteerde sesambeent goed beoordeelbaar zijn. Op de LM opname moet de dorsale contour van de sagittaalkam van de metacarpus over zijn gehele lengte beoordeelbaar zijn.
3. Spronggewricht:
 - a. LM opname
 - b. DPI (AP) opname
 - c. D45°M-PILO (APLO) opname

Stichting Paard	Reglement Keuringsdierenarts voor Paarden	Versie 2.5 d.d Juni 2019	Ingangsdatum reglement: d.d. 01-06-2019	Ingangsdatum certificatie: d.d. 01-04-2013	Pagina 9 van 17
-----------------	---	-----------------------------	---	--	--------------------

- d. Toelichting op de verschillende opname moeten de veranderingen in het kader van spat en de verschillende voorkeurslokalisaties van osteochondrose verantwoord beoordeelbaar zijn.
- 4. Kniegewricht:
 - a. LM opname
 - b. Toelichting: op de gemaakte opname moet de structuur en contour van zowel de laterale rolkam, de mediale rolkam, de sulcus en de articulatievlakte van de patella beoordeelbaar zijn, de voorkeurslokalisaties van osteochondrose.
- 5. Kootgewricht achter:
 - a. LM opname.
 - b. Toelichting: op de LM opname moet de dorsale contour van de sagittaalkam van de metatarsus over zijn gehele lengte beoordeelbaar zijn.

Figuur 81: Reglement Keuringsdierenarts voor Paarden (Paard, 2019)

Bijlage 4: Röntgengids Duitsland



GESELLSCHAFT FÜR PFERDEMEDIZIN –
GERMAN EQUINE VETERINARY ASSOCIATION



GPM – FACHINFORMATION

Röntgen-Leitfaden (2018)

Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung
bei der Kaufuntersuchung des Pferdes

Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes

Der Röntgen-Leitfaden (2018) stellt eine Empfehlung der Gesellschaft für Pferdemedizin e. V. (GPM) als Hilfe für Tierärzte bei der röntgenologischen Untersuchung und Befundung im Rahmen der Kaufuntersuchung dar.

Die sorgfältige **klinische Untersuchung** ist die wichtigste Grundlage zur Beurteilung der **aktuellen körperlichen Verfassung** eines Pferdes bei der Kaufuntersuchung.

Die **röntgenologische Untersuchung** und Befundung ist eine **Zusatzuntersuchung** und stellt im Rahmen des Kaufgeschehens lediglich einen kleinen Ausschnitt des Befundspektrums dar.

Die Anwendung des Röntgen-Leitfadens (2018)

Dieser Leitfaden kommt nur bei lahmfreien, warmblütigen Reitpferden ab dem Alter von drei Jahren zur Anwendung. Er darf nicht im Rahmen der Diagnostik bei Lahmheitsuntersuchungen verwendet werden und nicht zum Zwecke der Zuchtauswahl. Die exakte Lokalisation eines lahmsverursachenden Schmerzes ist nur mithilfe einer gezielten Lahmheitsdiagnostik und nicht im Rahmen von Kaufuntersuchungen möglich.

Die röntgenologische Standarduntersuchung umfasst **18 Aufnahmen** (Standardprojektionen) und kann nach Absprache zwischen Auftraggeber und Tierarzt durch zusätzliche Röntgenaufnahmen ausgeweitet oder durch Verzicht auf einzelne Aufnahmen des Standards reduziert werden. Mit den Standardprojektionen sind nicht alle möglichen röntgenologischen Befunde erfassbar. Die Beurteilung im Leitfaden bezieht sich auf diese Standardprojektionen.

Einige Befunde können nur mit weiterführenden Untersuchungen abgeklärt werden, weil zum Beispiel nicht klar ist, ob eine isolierte Verschattung in der Sehne oder in der Unterhaut liegt oder ob eine Veränderung intra- oder extraartikulär lokalisiert ist. Die weiterführende Untersuchung muss jedoch gesondert beauftragt werden und erfolgt außerhalb der Kaufuntersuchung.

Standardaufnahmen

Vordergliedmaße

Zehe

1. Huf 90° [*LM = lateromedial*] Zentrierung auf das Strahlbein

2. Zehe 90° [*LM = lateromedial*] Zentrierung auf das Fesselgelenk

Mit den beiden Aufnahmen (1) und (2) muss der Bereich vom distalen Anteil des Röhrebeins bis zur Hufspitze (gesamte Hornkapsel) vollständig dargestellt sein. Die Untersuchung erfolgt bei planer Fußung auf einer bodenparallelen Erhöhung (Block). Die 90°-Aufnahme auf dem Oxspringklotz gilt nicht als Standard, sondern als zusätzliche Aufnahme.

3. Huf 0° nach Oxspring [*DPPrPaDiO = dorsoproximal-palmarodistal oblique*]

Auf dieser Übersichtsaufnahme des distalen Anteils der Zehe sollen Huf- und Kronbein sowie der distale Anteil des Fesselbeins abgebildet sein. Der distale Rand des Strahlbeins muss proximal des Hufgelenkspaltes abgebildet sein.

Das Entfernen der Hufeisen an der Vordergliedmaße wird empfohlen. Werden die Eisen auf Wunsch des Auftraggebers nicht entfernt, so ist dies zu dokumentieren.

Hintergliedmaße

Zehe

4. Zehe 90° [*LM = lateromedial*] Übersichtsaufnahme, Zentrierung auf das Fesselgelenk. Der überwiegende Teil des Hufes muss abgebildet sein.

Sprunggelenk

5. Sprunggelenk 0° [*DP = dorsoplantar*]

6. Sprunggelenk ca. 45° [*DLPPO = dorsolateral-plantaromedial oblique*]

7. Sprunggelenk ca. 135° [*DMPLO = dorsomedial-plantarolateral oblique*]

Auf allen Aufnahmen des Tarsus müssen der Calcaneus und der proximale Bereich des Os metatarsale III dargestellt sein.

Knie

8. Knie ca. 90° [*LM = lateromedial*]

9. Knie 180° [*CdPrCrDi = caudoproximal-craniodistal*]

Dargestellt sein müssen die Kniescheibe, der distale Anteil des Femurs und der proximale Bereich der Tibia einschließlich des Fibulakopfbereiches.

Unklare, undeutliche oder verdächtige Befunde auf den Standardaufnahmen müssen als solche mitgeteilt werden. Auf Wunsch des Auftraggebers können weiterführende bildgebende Untersuchungen angefertigt werden. Ob nach weiteren Untersuchungen eine Risikoabschätzung möglich sein wird, muss im Einzelfall entschieden werden.

Kennzeichnung und Beschriftung

Für die Dokumentation von Röntgenaufnahmen dürfen nur Verfahren eingesetzt werden, die nicht nachträglich auf dem Röntgenbild angebracht werden. Für die digitale Röntgentechnik gilt der DICOM Standard. Bei der Weitergabe von Röntgen-dateien in ein anderes System ist es unerlässlich, dass alle erforderlichen Informationen übertragen werden. Die Beschriftung sollte mindestens den Namen des Auftraggebers, den Namen des Pferdes bzw. die Abstammung, Alter und Geschlecht, die Lebensnummer oder Transpondernummer sowie das Aufnahmedatum und den Hersteller der Röntgenaufnahme enthalten.

Die Zuordnung jeder Röntgenaufnahme zu einem Pferd und der jeweiligen Gliedmaße muss zweifelsfrei möglich sein. Außerdem muss die Aufnahmerichtung erkennbar sein. Die Kennzeichnung und die Beschriftung müssen auf jeder Aufnahme lesbar sein. Eine auf der Kassette angebrachte Gliedmaßenkennzeichnung ist stets „von der Körpermitte weg“ anzubringen.

Befundung der Röntgenaufnahmen

Definition der Röntgenbefunde

Definition der normalen Röntgenanatomie: Röntgenbefunde, die dem Idealbild entsprechen oder von dem Idealbild abweichen, aber funktionell unbedeutend sind.

Aufnahmen, die keine Abweichungen von der normalen Röntgenanatomie aufweisen, werden mit o. b. B. bezeichnet und müssen nicht erwähnt werden.

Im Befundkatalog des Röntgen-Leitfadens werden nur Befunde aufgelistet, die von der normalen Röntgenanatomie abweichen. Es handelt sich um:

- Röntgenbefunde, bei denen ein Risiko, eine Lahmheit zu verursachen, nicht zuverlässig eingeschätzt werden kann,
- Röntgenbefunde, die mit einem Lahmheitsrisiko behaftet sind. Sie werden in der Befundliste mit **Risiko** bezeichnet.

Befunddokumentation

1. Befunde, die im Röntgen-Leitfaden aufgelistet sind, werden mit Ziffer und Befundbeschreibung und zusätzlich mit „Risiko“ dokumentiert, wenn sie im Röntgen-Leitfaden mit „Risiko“ bezeichnet sind.
2. Befunde, die nicht im Röntgen-Leitfaden aufgelistet sind und Befunde, die von der normalen Röntgenanatomie abweichen, werden nach folgendem Muster beschrieben:

Struktur, z. B.

- Aufhellung oder Verschattung
- Verminderte oder vermehrte Röntgendichte gering-, mittel- oder hochgradig
- Homogen oder inhomogen
- Diffus oder abgegrenzt

Kontur, z. B.

- Zubildung, Abflachung, Einkerbung konkav oder konvex
- Glatt oder rau
- Abgerundet oder eckig/spitz
- Konisch, zylindrisch, kolbig, verzweigt

Größe, z. B.

- Länge, Breite, Durchmesser ca. in Millimeter oder klein, mittel, groß

Lokalisation, z. B.

- Dorsal oder palmar bzw. plantar, cranial oder caudal
- Proximal oder distal, artikulär oder periartikulär, medial oder lateral
- Axial oder abaxial
- Median oder paramedian
- Medullär oder kortikal
- Periostal oder subchondral
- Zentral

Form und Anzahl, z. B.

- Rund, länglich, ellipsoid, mehrkantig, mehrere isolierte Verschattungen

Von der normalen Röntgenanatomie abweichende Befunde

1. Zehe 90°

1.1 Hufbein

- 1.1.a Rundliche Aufhellung, Deutung als subchondraler zystoider Defekt (siehe 2.2.a)

Risiko

1.2 Dorsale Hufwand – dorsale Hufbeinkontur

- 1.2.a Hufwand-Hufbein-Kontur, ab distaler Hälfte der Hufwand nicht parallel

- 1.2.b Hufwand-Hufbein-Kontur nicht parallel $> 3^\circ$ und $< 5^\circ$ (Rotation)

- 1.2.c Hufwand-Hufbein-Kontur nicht parallel ab 5°

Risiko

- 1.2.d Aufhellung in der Hufwand

1.3 Abstand dorsale Hufwand – dorsale Hufbeinkontur

(Warmblutpferde mit durchschnittlicher Hufgröße)

- 1.3.a > 22 mm, gemessen im rechten Winkel

1.4 Margo solearis

- 1.4.a Kontur- oder Strukturveränderung (siehe 2.2.b und 2.2.c)

- 1.4.b Palmarwinkel negativ (Margo solearis zu Tragrand $< 0^\circ$)

1.5 Dorsale Hufbeinkontur

- 1.5.a Geringgradige Zubildung, unregelmäßig konturiert und ggr. inhomogen strukturiert

- 1.5.b Deutliche Zubildung, unregelmäßig konturiert und inhomogen strukturiert

- 1.5.c Geringgradige Aufbiegung der Hufbeinspitze

- 1.5.d Mittel- bis hochgradige Aufbiegung der Hufbeinspitze

- 1.5.e Deutliche Atrophie der Hufbeinspitze (siehe auch 2.2.f)

1.6 Processus extensorius 90°

- 1.6.a Spitz ausgezogen

- 1.6.b Mehrfach spitzzackig, unregelmäßig, und / oder unscharf konturiert

- 1.6.c Isolierte Verschattung – klein, glatt

- 1.6.d Isolierte Verschattung – mittel, glatt

- 1.6.e Isolierte Verschattung – groß oder Zubildungen dorsal von Huf- oder Kronbein

Risiko

- 1.6.f Isolierte Verschattung – sehr groß, mit Beteiligung der Hufgelenkfläche bzw.

Aufhellungslinie an der Basis

Risiko

- 1.7 Strahlbein 90° (Beachte 2.1.l)
- 1.7.a Sklerosierung der Spongiosa / unklare Abgrenzung zwischen Corticalis und Spongiosa
- 1.7.b Verlängerung der Facies flexoria proximal – mittel- bis hochgradig
- 1.7.c Zubildung am Margo proximalis zwischen Facies articularis und Facies flexoria (Projektion berücksichtigen)
- 1.7.d Randexostose (Osteophyt) am proximalen Rand der Facies articularis – geringgradig
- 1.7.e Randexostose (Osteophyt) am proximalen Rand der Facies articularis – mittel- bis hochgradig
- 1.7.f Deutliche kortikale Aufhellung in der Facies flexoria / zystoider Defekt (siehe 2.1.e) **Risiko**

- 1.8 Hufknorpelverknöcherung 90°
- 1.8.a Verknöcherung im Hufknorpel – gering- bis mittelgradig
- 1.8.b Verknöcherung im Hufknorpel – hochgradig

- 1.9 Hufgelenk 90°
- 1.9.a Randwulst (Osteophyt) Kronbein dorsal – geringgradig
- 1.9.b Randwulst (Osteophyt) Kronbein dorsal – mittelgradig
- 1.9.c Randwulst (Osteophyt) Kronbein dorsal – hochgradig **Risiko**
- 1.9.d Randwulst (Osteophyt) Kronbein palmar – geringgradig
- 1.9.e Randwulst (Osteophyt) Kronbein palmar – mittel- bis hochgradig
- 1.9.f Isolierte Verschattung palmar / plantar im Hufgelenk
- 1.9.g Vergrößerter periartikulärer Weichteilschatten dorsal

Isolierte Verschattung dorso-proximal im Hufgelenk siehe 1.6.c bis 1.6.f

- 1.10 Kronbein 90°
- 1.10.a Extraartikuläre Zubildungen dorsal – geringgradig
- 1.10.b Extraartikuläre Zubildungen dorsal – mittel- bis hochgradig
- 1.10.c Rundliche Aufhellung, Deutung als subchondraler zystoider Defekt **Risiko**
- 1.10.d Verschattung im Bereich der Weichteile palmar / plantar des Kronbeins

- 1.11 Krongelenk 90°
- 1.11.a Subluxation, deutlich (Brechung der Zehenachse im Krongelenk mit Vorwölbung der Trochleae des Fesselbeins nach dorsal)
- 1.11.b Randexostose (Osteophyt), Kronbein, dorso-proximal – geringgradig
- 1.11.c Randexostose (Osteophyt), Kronbein, dorso-proximal – mittelgradig
- 1.11.d Randexostose (Osteophyt), Kronbein, dorso-proximal – hochgradig **Risiko**
- 1.11.e Zubildung, periartikulär – glatt
- 1.11.f Zubildung, periartikulär – rau
- 1.11.g Isolierte Verschattung

1.12 Fesselbein 90°

- 1.12.a Zubildungen (Enthesiophyten) palmar / plantar – gering ausgeprägt, rau, inhomogen, spitzzackig
- 1.12.b Zubildungen (Enthesiophyten) palmar / plantar – deutlich ausgeprägt, rau, inhomogen, spitzzackig
- 1.12.c Zubildung dorsal peri-/ extraartikulär – glatt
- 1.12.d Zubildung dorsal peri-/ extraartikulär – rau, ohne / mit isolierter Verschattung (Fissur, Zyste ausschließen)
- 1.12.e Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, mit / ohne Gelenkbeteiligung
Deutung als Knochenlösung am Fesselbein
- 1.12.f Isolierte Verschattungen im Weichteilgewebe palmar / plantar des Fesselbeines
- 1.12.g Rundliche Aufhellung, Deutung als subchondraler zystoïder Defekt **Risiko**

1.13 Fesselgelenk 90°

- 1.13.a Randexostose (Osteophyt) dorsoproximal am Fesselbein – geringgradig
- 1.13.b Randexostose (Osteophyt) dorsoproximal am Fesselbein – mittelgradig
- 1.13.c Randexostose (Osteophyt) dorsoproximal am Fesselbein – hochgradig **Risiko**
- 1.13.d Unregelmäßige Kontur / Einkerbung (klein) dorsal auf dem Sagittalkamm
ohne isolierte Verschattung
- 1.13.e Unregelmäßige Kontur / Einkerbung (mittel/groß) dorsal auf dem Sagittalkamm
ohne isolierte Verschattung
- 1.13.f Unregelmäßige Kontur / Einkerbung dorsal auf dem Sagittalkamm
mit isolierter Verschattung
- 1.13.g Vergrößerter periartikulärer Weichteilschatten
- 1.13.h Isolierte Verschattung dorsoproximal im Weichteilgewebe – nicht sicher intraartikulär
- 1.13.i Isolierte Verschattung im dorsalen oder dorsoproximalen Bereich (intraartikulär) – klein
- 1.13.k Isolierte Verschattung im dorsalen oder dorsoproximalen Bereich (intraartikulär) – mittel
- 1.13.l Isolierte Verschattung im dorsalen oder dorsoproximalen Bereich (intraartikulär) – groß oder mehrere **Risiko**
- 1.13.m Isolierte Verschattung distal der Gleichbeine (intraartikulär) – klein
- 1.13.n Isolierte Verschattung distal der Gleichbeine (intraartikulär) – mittel
- 1.13.o Isolierte Verschattung distal der Gleichbeine (intraartikulär) – groß, unregelmäßig **Risiko**

Weitere isolierte Verschattungen in diesem Bereich siehe auch: 1.12.e, 1.12.f

1.14 Gleichbeine 90°

- 1.14.a Randexostosen (Osteophyten) Facies articularis distal oder proximal – geringgradig
- 1.14.b Randexostosen (Osteophyten) Facies articularis distal oder proximal – mittelgradig
- 1.14.c Randexostosen (Osteophyten) Facies articularis distal oder proximal – hochgradig **Risiko**
- 1.14.d Inhomogene Struktur
- 1.14.e Zubildungen an der palmaren / plantaren Kontur – mittelgradig
- 1.14.f Zubildungen an der palmaren / plantaren Kontur – hochgradig **Risiko**
- 1.14.g Einschnürung der Weichteilkontur im Bereich des Fesselringbandes
- 1.14.h Zubildung Basis – klein und glatt
- 1.14.i Zubildung Basis – groß oder rau
- 1.14.k Isolierte Verschattung im Weichteilbereich der Gleichbeinumgebung
- 1.14.l Aufhellungslinie Fissur / Fraktur **Risiko**
- 1.14.m Deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral / medial, mit glatter Kontur und gleichmäßiger Struktur

1.15 Röhrbein 90° (distaler Abschnitt)

- 1.15.a palmare / plantare Einziehung am Mc III / Mt III
- 1.15.b Rundliche subchondrale Aufhellung, Deutung als zystoider Defekt **Risiko**

2. Oxspring-Aufnahme 0°

2.1 Strahlbein 0°

- 2.1.a Mehrere kleinkolbige Canales sesamoidales
- 2.1.b Einzelner großer Canalis sesamoidalis (großkolbig oder Y-förmig oder unregelmäßig geformt)
- 2.1.c Mehrere große Canales sesamoidales (großkolbig oder Y-förmig oder unregelmäßig geformt)
- 2.1.d Struktur – inhomogen
- 2.1.e Struktur – Aufhellung (Zystoider Defekt / Einbruch, (siehe 1.7.f) **Risiko**
- 2.1.f Struktur – Aufhellungslinie, Deutung als Fraktur, Ossifikationsstörung (Artefakte ausschließen) **Risiko**
- 2.1.g Kontur-Zubildungen – zu den Seitenenden spitz auslaufend, Spitze nicht über den Margo proximalis herausragend
- 2.1.h Kontur-Zubildungen – Seitenenden spitz proximal ausgezogen
- 2.1.i Kontur-Zubildungen – isolierte Verschattung am distalen Strahlbeinrand – ohne reaktive Veränderungen
- 2.1.k Kontur-Zubildungen – isolierte Verschattung am distalen Strahlbeinrand – mit reaktiven Veränderungen
- 2.1.l Gesamtbeurteilung des Strahlbeins – mit Lahmheitsrisiko behaftet **Risiko**

Besonderheit: Das Strahlbein erfordert eine zusammenfassende Beurteilung, bei der entschieden wird, ob die Summe der Einzelbefunde und der Gesamteindruck zu einer Einordnung in die Kategorie „Risiko“ führen. In diese Beurteilung fließen die Huf 90°-Aufnahme, die 0°-Aufnahme (Oxspring) und ggf. zusätzliche Projektionen ein.

2.2 Hufbein 0°

- 2.2.a Aufhellung, Zystoider Defekt (Artefakte ausschließen) **Risiko**
- 2.2.b Kontur- oder Strukturveränderung Margo solearis – gering- bis mittelgradig (siehe 1.4.a)
- 2.2.c Kontur- oder Strukturveränderung Margo solearis – hochgradig (siehe 1.4.a)
- 2.2.d Kontur Margo solearis – mit deutlicher Einziehung

2.3 Hufknorpelverknöcherung 0°

- 2.3.a Verknöcherung im Hufknorpel – gering- bis mittelgradig
- 2.3.b Verknöcherung im Hufknorpel – hochgradig

2.4 Kronbein 0°

- 2.4.a Aufhellung, subchondral (Zystoider Defekt) **Risiko**

2.5 Fesselbein 0° (sofern abgebildet)

- 2.5.a Aufhellung, subchondral (Zystoider Defekt) **Risiko**

3. Sprunggelenk 0°, ca. 45°, ca. 135°

3.1 Talokruralgelenk

- 3.1.a Tibia Einkerbung im Bereich des Sagittalkamms
- 3.1.b Tibia Isolierte Verschattung im Bereich des Sagittalkamms (OCD)
einzelnes Dissekat oder zweigeteilt
- 3.1.c Tibia Isolierte Verschattung im Bereich des Sagittalkamms (OCD)
einzelnes Dissekat oder zweigeteilt, mit vergrößertem Weichteilschatten
- 3.1.d Tibia Isolierte Verschattung im Bereich des Sagittalkamms (OCD)
großes oder mehrteiliges Dissekat, mit inhomogener Struktur
und / oder unregelmäßiger Kontur **Risiko**
- 3.1.e Tibia Aufhellung subchondral (Zystoider Defekt) **Risiko**
- 3.1.f Tibia Isolierte Verschattung im Bereich der Malleoli (OCD)
einzelnes Dissekat oder zweigeteilt
- 3.1.g Tibia Isolierte Verschattung im Bereich der Malleoli (OCD)
einzelnes Dissekat oder zweigeteilt, mit vergrößertem Weichteilschatten
- 3.1.h Tibia Isolierte Verschattung im Bereich der Malleoli (OCD)
großes oder mehrteiliges Dissekat mit inhomogener Struktur
und / oder unregelmäßiger Kontur **Risiko**
- 3.1.i Isolierte Verschattung mit unklarer Lokalisation (intra- oder periartikulär)
- 3.1.k Talus Rollkämme, Einkerbung / Eindellung ohne Isolierter Verschattung

- | | | | |
|--|---|---|---------------|
| 3.1.l | Talus | Rollkämme, Einkerbung / Eindellung mit Isolierter Verschattung | |
| 3.1.m | Talus | Aufhellung subchondral (Zystoider Defekt) | Risiko |
| 3.1.n | Talus | lat. Rollkamm distal, Isolierte Verschattung – klein | |
| 3.1.o | Talus | lat. Rollkamm distal, Isolierte Verschattung – mittel | |
| 3.1.p | Talus | lat. Rollkamm distal, Isolierte Verschattung – groß oder / und mehrteilig | Risiko |
| 3.1.q | Talus | Isolierte Verschattung distal des medialen Rollkamms | |
| 3.1.r | Calcaneus | Zubildung proximal und distal des Sustentaculum tali | Risiko |
| 3.1.s | Calcaneus | Talo-Calcaneal-Spalt: unregelmäßige Kontur mit Sklerosierungszonen | Risiko |
| 3.1.t | Calcaneus | Aufhellung in der Spongiosa, gelenkfern (Zystoider Defekt) | |
| 3.1.u | Calcaneus | Aufhellung subchondral (Zystoider Defekt) | Risiko |
|
 | | | |
| 3.2 | Intertarsalgelenke und Tarsometatarsalgelenk | | |
| 3.2.a | Deutlich verschmälerte Gelenkspalten | | |
| 3.2.b | Strukturauflösung (im Sinne einer Osteolyse) der Gelenkspalten | | Risiko |
| 3.2.c | Zystoide Defekte | | Risiko |
| 3.2.d | Durchbauung der Gelenkspalten | | |
| 3.2.e | Enthesiophyten / Osteophyten am Mt III, groß
oder unregelmäßige Kontur, inhomogene Struktur | | |
| 3.2.f | Enthesiophyten / Osteophyten am Mt III, groß
oder unregelmäßige Kontur, inhomogene Struktur
mit zusätzlichen Veränderungen im Tarsometatarsalgelenk | | |
| 3.2.g | Enthesiophyten / Osteophyten geringgradig | | |
| 3.2.h | Enthesiophyten / Osteophyten mittelgradig | | |
| 3.2.i | Enthesiophyten / Osteophyten hochgradig | | Risiko |
| 3.2.k | Deformierung des Os tarsi centrale oder Os tarsale tertium | | |
| 3.2.l | Zubildung proximal am lat. Griffelbeinkopf (Mt IV) | | |
| 3.2.m | Gesamtbeurteilung der straffen Sprunggelenke: Mit Lahmheitsrisiko behaftet | | Risiko |
|
 | | | |
| Besonderheit: Die straffen Sprunggelenke erfordern eine zusammenfassende Beurteilung, bei der entschieden wird, ob die Summe der Einzelbefunde und der Gesamteindruck zu einer Einordnung in die Kategorie „Risiko“ führen. In diese Beurteilung fließen alle vorhandenen Projektionen ein. | | | |
|
 | | | |
| 3.3 | Metatarsus, proximaler Anteil | | |
| 3.3.a | Periostale und desmale Reaktionen am Mt III / Mt II / Mt IV, z. B. Überbein | | |
| 3.3.b | Unregelmäßige Sklerosierung proximal am Mt III (o°-Aufnahme)
Insertionsdesmopathie M. interosseus medius | | |

4. Knie**4.1 Patella (Knie ca. 90°)**

- 4.1.a Von der normalen Röntgenanatomie abweichende Struktur und Kontur – geringgradig
- 4.1.b Von der normalen Röntgenanatomie abweichende Struktur und Kontur – mittelgradig
- 4.1.c Isolierte Verschattung

4.2 Trochlea femoris (Knie ca. 90°)

- 4.2.a Abflachung bzw. Eindellung / Einkerbung im lat. oder med. Rollkamm – geringgradig
- 4.2.b Eindellung / Einkerbung im lat. oder med. Rollkamm – mittelgradig
- 4.2.c Eindellung / Einkerbung im lat. oder med. Rollkamm – hochgradig **Risiko**
- 4.2.d Strukturveränderung (oval, spindelförmig, unregelmäßig)
subchondral im Knochen des lateralen Rollkammes
- 4.2.e Isolierte Verschattung im Bereich der Rollkämme (OCD)
einzelnes Dissekat oder zweigeteilt mit korrespondierender mittelgradiger Eindellung oder Abflachung des Rollkammes
- 4.2.f Isolierte Verschattung im Bereich der Rollkämme (OCD)
stark ausgeprägtes evtl. mehrteiliges Dissekat mit inhomogener Struktur des subchondralen Knochens und / oder unregelmäßiger Kontur **Risiko**
- 4.2.g Isolierte Verschattung(en)
im distalen Bereich des Femoropatellargelenkes
bzw. cranial in den Femorotibialgelenken **Risiko**

4.3 Femorotibialgelenk (Knie ca. 90°)

- 4.3.a Isolierte Verschattung(en) – cranial oder caudal **Risiko**
- 4.3.b Eminentia intercondylaris – unregelmäßige Kontur, rau
- 4.3.c Eminentia intercondylaris – spitzzackige und / oder scharfkantige Konturveränderungen
- 4.3.d Femurkondylus – Aufhellung (Zystoider Defekt) **Risiko**

4.4 Kniegelenk (Knie 180°)

- 4.4.a Medialer Femurkondylus Konturveränderung (Abflachung) zentral in der Gelenkfläche
- 4.4.b Medialer Femurkondylus Konturveränderung (Einziehung) zentral in der Gelenkfläche
- 4.4.c Medialer Femurkondylus Aufhellung subchondral (Zystoider Defekt) **Risiko**
- 4.4.d Femurkondylen Übergang zur Fossa condylaris, geringgradige Randexostosen
- 4.4.e Femurkondylen Übergang zur Fossa condylaris, mittel- bis hochgradige Randexostosen **Risiko**

4.4.f	Femorotibialgelenk	Isolierte Verschattung – lateral und / oder medial	Risiko
4.4.g	Tibia	geringgradige Zubildung am medialen und/oder lateralen Kondylus (Randexostose)	
4.4.h	Tibia	mittel-, hochgradige Zubildung am medialen und / oder lateralen Kondylus (Randexostose)	Risiko
4.4.i	Tibia	Aufhellung subchondral (Zystoider Defekt)	Risiko
4.4.k	Tibia	Eminentia intercondylaris, Zubildung	Risiko
4.4.l		Großflächige wolkige Verschattung lateral am Knie im Sinne einer Calcinosis circumscripta	

Erläuterungen zum Röntgen-Leitfaden (2018)

Der Röntgen-Leitfaden (2018) ist im Verbund mit dem dazugehörigen Bilderkatalog, in dem u. a. auch Beispiele für das Ausmaß von Röntgenbefunden zu finden sind, eine Interpretationshilfe für Tierärzte bei der Röntgenuntersuchung im Kaufgeschehen. Dieses tierärztliche Hilfsmittel liefert keine Hinweise dafür, ob ein Pferd oder ein einzelner Röntgenbefund als Mangel im juristischen Sinne zu qualifizieren ist.

Die Erwartungshaltung, mit einer einmaligen Röntgenuntersuchung skelettbedingte Risiken vollständig aufzudecken, steht nach wie vor im Gegensatz zu den tatsächlich nicht vorhandenen prognostischen Möglichkeiten dieser Untersuchungsmethode. Die schulnotenähnliche Klasseneinteilung der vorherigen Fassungen des Röntgen-Leitfadens hat diese Erwartungshaltung gefördert, so dass inzwischen auf dem Pferdemarkt zu Unrecht die röntgenologische gegenüber der klinischen Untersuchung in hohem Maße überbewertet wird. Aus den lediglich geschätzten, aber prognoseähnlichen Definitionen der früheren Röntgenklassen resultierten Streitigkeiten vor Gericht.

In der vorliegenden Fassung des Röntgen-Leitfadens wurden die ehemals sieben Röntgenklassen (vier Klassen und drei Zwischenklassen) ersatzlos gestrichen. **Im Röntgen-Leitfaden (2018) sind ausschließlich Röntgenbefunde mit Abweichung von der normalen Röntgenanatomie aufgelistet.** Die Einschätzung der risikobehafteten Röntgenbefunde basiert auf der internationalen Fachliteratur und der Fachkompetenz der Röntgenkommission (Evidenzklasse D, Mair 2001¹; Yusef et al. 1998²). Für die übrigen aufgelisteten Röntgenbefunde ist eine Risikoeinschätzung auf der Basis einer Evidenzklasse **zurzeit nicht möglich.**

Deshalb wurde eine klare Trennlinie gezogen zwischen

- Röntgenbefunden, bei denen ein Risiko, eine Lahmheit zu verursachen, nicht zuverlässig eingeschätzt werden kann
und
- Röntgenbefunden, die mit einem Lahmheitsrisiko behaftet sind.

Alle im Röntgen-Leitfaden (2018) aufgelisteten Befunde sind unter Angabe der entsprechenden Ziffer und der zugehörigen Befundbeschreibung zu erwähnen. Wenn sie in der Befundliste mit dem Zusatz „Risiko“ versehen sind, muss dieses dokumentiert werden.

Röntgenbilder, welche die **normale**, d.h. die ideale bzw. nicht ideale, aber funktionell unbedeutende Röntgenanatomie aufweisen, sind im Röntgen-Leitfaden **nicht aufgelistet**. Sie werden in dem zugehörigen Bilderkatalog zur Verfügung gestellt, mit o. b.B. bezeichnet und müssen **nicht erwähnt** werden.

Seltene, weder im Röntgen-Leitfaden (2018) noch im Bilderkatalog enthaltene Befunde, die von der normalen Röntgenanatomie abweichen, werden mit eigenen Worten nach dem im Röntgen-Leitfaden (2018) vorgeschlagenen Muster zur Befunddokumentation beschrieben. Sie werden aufgrund der Erfahrung des kaufuntersuchenden Tierarztes interpretiert. Eine Risikoabschätzung ist dazu meistens nicht möglich.

Bei Röntgenbefunden, die mithilfe der Standardaufnahmen nicht ausreichend lokalisierbar sind, kann im Rahmen der röntgenologischen Kaufuntersuchung ein Risiko, eine Lahmheit zu verursachen nicht zuverlässig eingeschätzt werden. Diese Befunde können evtl. mit weiterführenden Untersuchungen abgeklärt werden, weil zum Beispiel nicht klar ist, ob eine isolierte Verschattung in der Sehne oder in der Unterhaut liegt oder ob eine Veränderung intra- oder extraartikulär lokalisiert ist. Die Abklärung derartiger Befunde ist unbedingt außerhalb der röntgenologischen Kaufuntersuchung anzusiedeln, weil es sich um tiermedizinisch, heilkundlich indizierte Untersuchungen handelt, die nicht dem Pflichtenkreis der Kaufuntersuchungen und den Empfehlungen des Röntgen-Leitfadens (2018) unterliegen.

Der Röntgen-Leitfaden (2018) kann keine Hinweise zur üblichen röntgenologischen Beschaffenheit von Reitpferden geben. Dazu liegen keine ausreichenden wissenschaftlichen Studien vor.

Die Röntgenuntersuchung bleibt beim Pferdekauf in hohem Maße sinnvoll, **weil damit Röntgenbefunde erkannt werden können, für die eine Risikobehaftung der Gliedmaßen des Pferdeskeletts wahrscheinlich ist.**

Der Kauf des Lebewesens Pferd wird jedoch weiterhin – auch bei sorgfältig durchgeführter klinischer und röntgenologischer Untersuchung – ein nicht mit anderen „Handelsgütern“ vergleichbares Risiko beinhalten. Dieses sollte wieder mehr in das Bewusstsein des am Pferdekauf beteiligten Personenkreises gelangen.

Figuur 82: Röntgengids Duitsland (GPM & GEVA, 2018)

Bijlage 5: Voorgestelde blootstellingsgrafiek

Suggested Exposure Chart// Voorgestelde Blootstellingsgrafiek

Region	View	Pony		TB/TBx		GRID
		kV	mAs	kV	mAs	
Abdomen, foal	Lateral	70	25	70	25	No
Carpus	LM, flexed LM, DP, DLPMO, DMPLO	60	5	63	6.3	No
Carpus	'Skyline'	66	6.3	66	8	No
Elbow	Mediolateral	66	6.3	66	8	No
Elbow	Craniocaudal	70	8	73	8	No
Fetlock	LM, DLPMO, DMPLO	55	6.3	60	6.3	No
Fetlock	DP	63	12.5	66	16	Yes
Humerus (proximal)	Mediolateral	77	16	81	25	Yes
Metacarpus/metatarsus	LM/DP	60	6.3	63	6.3	No
Metacarpus/metatarsus (2 nd and 4 th metacarpal/tarsal)	DMPLO, DLPMO	55	5	60	5	No
Navicular bone	LM	63	16	66	16	Yes
Navicular bone	Dorsoproximal-palmarodistal oblique	63	16	70	16	Yes
Navicular bone	Palmeroproximal-palmarodistal oblique	63	16	70	16	Yes
Pastern	LM, DP, DLPMO, DMPLO	55	6.3	63	6.3	No
Pedal bone	LM	60	6.3	66	6.3	No
Pedal bone	Dorsoproximal-palmarodistal oblique	50	5	55	5	No

Pedal bone	DP (horizontal beam)	55	6.3	63	6.3	No
Pelvis/hip	Ventrodorsal, Oblique	81	32	97	50	Yes
Radius	LM, Craniocaudal, DLPMO, DMPLO	63	6.3	66	8	No
Shoulder	Mediolateral	73	20	90	32	Yes
Skull (sinus)	Lateral	60	6.3	63	6.3	No
Skull (maxillary dental)	Lateral oblique	63	6.3	66	8	No
Skull (mandibular dental)	Lateral oblique	66	6.3	66	8	No
Skull	Dorsoventral	70	8	73	8	No
Sternum	Lateral	81	25	90	32	Yes
Stifle	LM	66	8	70	10	No
Stifle	Caudocranial	77	25	96	40	Yes
Stifle	Caudolateral- craniomedial oblique	66	8	70	10	No
Tarsus	LM, DLPMO, DMPLO	60	5	63	6.3	No
Tarsus	DP	63	6.3	70	6.3	No
Thorax, cranial lungfield	Lateral	77	32	85	32	Yes
Thorax, caudal lungfield	Lateral	73	25	81	32	Yes
Thorax, foal	Lateral	66	16	66	16	Yes
Tibia	LM, Obliques	63	8	66	8	No
Tibia	Caudocranial	66	8	70	8	No
Vertebrae: cervical (cranial)	Lateral	66	16	70	20	Yes
Vertebrae: cervical (middle)	Lateral	70	20	73	25	Yes

Vertebrae: cervical (caudal)	Lateral	77	32	90	40	Yes
Vertebrae: dorsal spinous processes (mid-thoracic)	Lateral	60	8	63	10	No
Vertebrae: dorsal spinous processes (lumbar)	Lateral	70	12	77	12	No
LM = lateromedial, DP = dorsopalmar/planter, DLPMO = dorsolateral-palmaro/planteromedial oblique, DMPLO = dorsomedial-palmaro/planterolateral oblique						

Bijlage 6 Turnitin uitprint

Turnitin Originaliteitsrapport

Verwerkt op: 25-mei-2025 17:18 CEST

ID: 2684373848

Woordtelling: 18481

Ingediend: 1

Bachelorproef Fien Ditvoorts.docx Door Fien Ditvoorts

Similariteitsindex	Similariteit per bron	
17%	Internet Sources:	16%
	Publicaties:	11%
	Student Papers:	13%

4% match (papers van studenten vanaf 19-mei-2025)

[Submitted to Associatie K.U.Leuven on 2025-05-19](#)

3% match (papers van studenten vanaf 15-aug.-2022)

[Submitted to Associatie K.U.Leuven on 2022-08-15](#)

< 1% match (papers van studenten vanaf 23-mei-2025)

[Submitted to Associatie K.U.Leuven on 2025-05-23](#)

< 1% match (papers van studenten vanaf 23-mei-2025)

[Submitted to Associatie K.U.Leuven on 2025-05-23](#)

< 1% match (papers van studenten vanaf 18-aug.-2011)

[Submitted to Associatie K.U.Leuven on 2011-08-18](#)

< 1% match (papers van studenten vanaf 16-aug.-2023)

[Submitted to Associatie K.U.Leuven on 2023-08-16](#)

< 1% match (papers van studenten vanaf 22-aug.-2017)

Bronnenlijst

- Aspinall, V. (2006). *The Complete Textbook of Veterinary Nursing* (1st Edition ed.). Butterworth-Heinemann.
- Baxter, G. M. (2020). *Adams and Stashak's lameness in horses*. John Wiley & Sons.
- Bertoni, L., Jacquet-Guibon, S., Branly, T., Legendre, F., Desancé, M., Mespoulhes, C.,...Denoix, J.-M. (2020). An experimentally induced osteoarthritis model in horses performed on both metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints: Technical, clinical, imaging, biochemical, macroscopic and microscopic characterization. *PLoS One*, 15(6), e0235251.
- Bourebaba, L., Röcken, M., & Marycz, K. (2019). Osteochondritis dissecans (OCD) in horses—Molecular background of its pathogenesis and perspectives for progenitor stem cell therapy. *Stem cell reviews and reports*, 15, 374-390.
- Bourzac, C., Alexander, K., Rossier, Y., & Laverty, S. (2009). Comparison of radiography and ultrasonography for the diagnosis of osteochondritis dissecans in the equine femoropatellar joint. *Equine veterinary journal*, 41(7), 686-692.
- Brown, M., & Brown, L. C. (2021). *Lavin's Radiography for Veterinary Technicians* (Seventh Edition ed.). Elsevier.
- Bushberg, J. T., & Boone, J. M. (2011). *The essential physics of medical imaging*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S. J., Kold, S. E., & Poulos, P. W. (2017). *Clinical radiology of the horse*. John Wiley & Sons.
- Clayton, H. M. (2016). Horse species symposium: Biomechanics of the exercising horse. *Journal of animal science*, 94(10), 4076-4086.
- Colville, T. P., & Bassert, J. M. (2015). *Clinical anatomy and physiology for veterinary technicians*. Elsevier Health Sciences.
- Demeer, E. (2025, januari 28). Dierenarts Orthopedie & Chirurgie bij Dierenkliniek De Bosdreef. In. Moerbeke.
- Dik, K. J. (1992). Radiographic examination. *The Pre-purchase Examination of the Horse. 2nd ed. Utrecht, The Netherlands: Bunge*.
- Dyson, S., Murray, R., Schramme, M., & Blunden, T. (2011). Current concepts of navicular disease. *Equine Veterinary Education*, 23(1), 27-39.
- Edwards, G. B. (1982). Surgical arthrodesis for the treatment of bone spavin in 20 horses. *Equine Veterinary Journal*, 14(2), 117-121.
- Erichsen, C., Eksell, P., Holm, K. R., Lord, P., & Johnston, C. (2004). Relationship between scintigraphic and radiographic evaluations of spinous processes in the thoracolumbar spine in riding horses without clinical signs of back problems. *Equine veterinary journal*, 36(6), 458-465.
- Farrow, C. S. (2005). *Veterinary Diagnostic Imaging-The Horse-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Floyd, A. E., & Mansmann, R. A. (2007). *Equine podiatry*. Elsevier Health Sciences.
- GPM, & GEVA. (2018). *Röntgen-Leitfaden*.
- Hausler, K. K. (1999). Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. *Veterinary clinics of North America: equine practice*, 15(1), 13-26.
- Hertsch, B., & Höppner, S. (1998). Zur Fraktur des Processus extensorius des Hufbeines beim Fohlen. *Pferdeheilkunde*, 14(1), 11-18.
- Hinkle, F., & Barrett, M. (2024). A review of radiographic interpretation of the navicular bone. *UK-Vet Equine*, 8(1), 35-44.
- Jeffcott, L. B. (1975). (2) The Diagnosis of Diseases of the Horse's Back. *Equine Veterinary Journal*, 7(2), 69-78.
- Jeffcott, L. B. (1979). Radiographic features of the normal equine thoracolumbar spine. *Veterinary Radiology*, 20(3-6), 140-147.
- Jeffcott, L. B. (1980). Disorders of the thoracolumbar spine of the horse—a survey of 443 cases. *Equine Veterinary Journal*, 12(4), 197-210.
- Jeffcott, L. B. (1996). Osteochondrosis—an international problem for the horse industry. *Journal of Equine Veterinary Science*, 16(1), 32-37.

- Kummer, M., Lischer, C., Ohlerth, S., Vargas, J., & Auer, J. (2004). Evaluation of a standardised radiographic technique of the equine hoof: Evaluation einer standardisierten Röntgentechnik zur Untersuchung des Pferdehufes. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 146(11), 507-514.
- Lochard, J., Bogdevitch, I., Gallego, E., Hedemann-Jensen, P., McEwan, A., Nisbet, A.,...Carr, Z. (2009). *Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas After a Nuclear Accident Or a Radiation Emergency*. International Commission on Radiological Protection.
- Martel, G., Kiss, S., Gilbert, G., Anne-Archard, N., Richard, H., Moser, T., & Laverty, S. (2016). Differences in the vascular tree of the femoral trochlear growth cartilage at osteochondrosis-susceptible sites in foals revealed by SWI 3T MRI. *Journal of Orthopaedic Research*, 34(9), 1539-1546.
- McIlwraith, C. W., Frisbie, D. D., & Kawcak, C. E. (2012). The horse as a model of naturally occurring osteoarthritis. *Bone & joint research*, 1(11), 297-309.
- McIlwraith, C. W., Frisbie, D. D., Kawcak, C. E., Fuller, C. J., Hurtig, M., & Cruz, A. (2010). The OARSI histopathology initiative—recommendations for histological assessments of osteoarthritis in the horse. *Osteoarthritis and Cartilage*, 18, S93-S105.
- McIlwraith, C. W., & Goodman, N. L. (1989). Conditions of the interphalangeal joints. *Veterinary clinics of North America: Equine Practice*, 5(1), 161-178.
- McIlwraith, C. W., & Martin, G. S. (1985). Arthroscopic surgery for the treatment of osteochondritis dissecans in the equine femoropatellar joint. *Veterinary Surgery*, 14(2), 105-116.
- O'Brien, T. R., Hornof, W. J., & Meagher, D. M. (1981). Radiographic detection and characterization of palmar lesions in the equine fetlock joint. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 178(3), 231-237.
- Paard, S. (2019). Reglement Keuringsdierenarts voor Paarden. In (2.5 ed., pp. 17).
- Pille, F., Martens, A., Deneut, K., Dumoulin, M., Oosterlinck, M., Raes, E., & Saunders, J. (2010). De keuring van het paard: risicoanalyse van afwijkingen die courant bij radiografie worden aangetroffen. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 79, 307-316.
- Raaphorst, P. D.
- Ranner, W., & Gerhards, H. (2002). Vorkommen und Bedeutung von Rückenerkrankungen—insbesondere des “kissing spine”-Syndroms—bei Pferden in Süddeutschland. *Pferdeheilkunde*, 18(1), 21-33.
- Redden, R. F. (2003). Clinical and radiographic examination of the equine foot.
- Roels, E. (2025). Dierenarts bij DAP Aan de Watergang. In.
- Schneider, R. K., Ragle, C. A., Carter, B. G., & Davis, W. E. (1994). Arthroscopic removal of osteochondral fragments from the proximal interphalangeal joint of the pelvic limbs in three horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 205(1), 79-82.
- Semevolos, S. A. (2017). Osteochondritis dissecans development. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 33(2), 367-378.
- Sinding, M. F., & Berg, L. C. (2010). Distances between thoracic spinous processes in Warmblood foals: a radiographic study. *Equine veterinary journal*, 42(6), 500-503.
- Souza, M. V. d. (2016). Osteoarthritis in horses-Part 1: relationship between clinical and radiographic examination for the diagnosis. *Brazilian Archives of Biology and technology*, 59, e16150024.
- Stadler, P., Bemmann, K., & Schüle, E. (2019). Kommentar zum Röntgen-Leitfaden (2018). *Pferdeheilkunde*, 35(2).
- Thrall, D. E. (2018). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (Seventh Edition ed.). Elsevier.
- Thyssen, B. (2025, januari 27). Dierenarts Orthopedie bij DAP Aan de Watergang. In. De Klinge.
- Timmermans, I., Samyn, S., De Vidts, E., & Thijs, K. (2021). *De paardensector in Vlaanderen*.
- Viaene, J., Gellynck, X., & De Belder, T. (2003). *Het economisch belang van de paardensector* (Faculteit landbouwkundige en toegepaste biologische wetenschappen, Issue).
- Watts, A. (2017). *Orthopedic Disorders of the Foal, An Issue of Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* (Vol. 33). Elsevier Health Sciences.
- Weaver, M., & Barakzai, S. (2009). *Handbook of Equine Radiography E-Book: Handbook of Equine Radiography E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Weaver, M. P., Jeffcott, L. B., & Nowak, M. (1999). Radiology and scintigraphy. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 15(1), 113-129.

- Wright, I. M. (1993). A study of 118 cases of navicular disease: radiological features. *Equine veterinary journal*, 25(6), 493-500.
- Wright, I. M., Kidd, L., & Thorp, B. H. (1998). Gross, histological and histomorphometric features of the navicular bone and related structures in the horse. *Equine veterinary journal*, 30(3), 220-234.
- Wrixon, A. D. (2008). *New ICRP recommendations*. I. Publishing.
- Yang, X., Chen, L., Xu, X., Li, C., Huang, C., & Deng, C.-X. (2001). TGF- β /Smad3 signals repress chondrocyte hypertrophic differentiation and are required for maintaining articular cartilage. *The Journal of cell biology*, 153(1), 35-46.
- Yovich, J. V., McIlwraith, C. W., & Stashak, T. S. (1985). Osteochondritis dissecans of the sagittal ridge of the third metacarpal and metatarsal bones in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 186(11), 1186-1191.