

Anticonceptie bij vogels

Contraception in birds

L. De Cooman, A. Garmyn, L. Van Waeyenberghe, A. Martel

Vakgroep Pathologie, Bacteriologie en Pluimveeziekten
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent,
Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, België

lien.decooman@UGent.be

SAMENVATTING

Anticonceptiemiddelen worden bij vogels steeds vaker gebruikt, zowel om voortplanting te voorkomen als voor therapeutische doeleinden. De indicaties om anticonceptie toe te passen bij vrouwelijke dieren zijn het overmatig leggen van eieren, legnood, dystocie, salpingitis, eileiderimpactie, cloaca- of eileiderprolaps, eileiderruptuur, ovariële neoplasieën en -cysten. Bij mannelijke dieren worden anticonceptiemiddelen toegepast om teasermannetjes te verkrijgen, de reproductie af te remmen, testistumoren te behandelen en de karkaskwaliteit van industriële pluimvee te verbeteren. Reeds jarenlang worden deze aandoeningen evenals de behandeling en preventie ervan onderzocht. In dit overzichtsartikel worden de hormonale, chirurgische en laparoscopische anticonceptietechnieken beschreven die gebruikt worden bij vogels. Verder worden ook de anatomie van het voortplantingsstelsel en de endocrinologie ervan beschreven. Niettegenstaande chemische castratie bij vogels steeds vaker wordt toegepast, zijn ook de chirurgische en laparoscopische technieken aan een sterke opmars bezig. Gezien de stijgende specialisatie in de kleine huisdierenpraktijk wordt verwacht dat deze ingrepen in de toekomst steeds frequenter zullen worden uitgevoerd.

ABSTRACT

Nowadays, contraceptives for birds are more and more used for the prevention of reproduction and for therapeutic reasons. In female animals, the indications for the use of contraceptives are abundant or chronic egg-laying, egg-binding, dystocia, salpingitis, impaction of the salpinx, prolapse of the cloaca or salpinx, rupture of the salpinx, ovarian neoplasia or ovarian cysts. In male animals contraceptives are administered to obtain teaser males, to prevent reproduction, to treat testicular neoplasia and to improve the carcass quality of poultry. For several years researchers have been studying these diseases, their treatment and prevention. This review includes the hormonal therapies as well as the surgical and endoscopic contraceptive techniques. Furthermore, the reproductive anatomy and endocrinology of birds are described. In bird practices, the administration of chemical contraceptives as well as the performance of surgical techniques and endoscopies are on the increase. Since specialization is increasing rapidly in small animal practices, it can be expected that these procedures will become more frequent in the future.

INLEIDING

Naast het onderdrukken van de reproductie vindt anticonceptie bij vrouwelijke vogels haar toepassing in de behandeling of preventie van het overmatig leggen van eieren, legnood of dystocie (met secundair vaak salpingitis, eileiderimpactie, cloaca- of oviductprolaps en oviductruptuur), ovariële neoplasieën en cysten (Hadley, 2010; Pollock en Orosz, 2002). Bij mannelijke dieren wordt castratie (het kapoeneren) aangewend om teasermannetjes te verkrijgen, de reproductie te beperken, testistumoren te behandelen of, in het geval van pluimvee, hun economische waarde te verhogen (Bowles, 2006; Hadley, 2010; Pollock en Orosz, 2002). Hiervoor kunnen zowel chirurgische als chemische methoden gebruikt worden (Echols, 2002).

De chirurgische technieken die in dit overzicht beschreven worden zijn orchiëctomie, vasectomie, partiële en volledige ovariëctomie en salpingohysterecto-

mie. Aangezien de anatomische kennis mee het succes van deze ingrepen bepaalt, wordt ook de genitale anatomie uitvoerig beschreven. Genitale chirurgie bij vogels is niet eenvoudig uit te voeren. Er is immers nood aan gespecialiseerd materiaal en de chirurg moet voldoende ervaring hebben wegens het risico op fatale bloedingen. Dit risico is bij vogels verhoogd door de hoge systemische bloeddruk en het gebrek aan elasticiteit van de bloedvaten.

Daarom is het beter om bij vogels chemische of hormonale anticonceptiemiddelen te gebruiken. De hormonale anticonceptiemiddelen omvatten oestrogenen-, progesteron-, luteïniserend hormoon (LH)- en gonadotropine release hormoon (GnRH) analogen (Echols, 2002). Om de precieze werking van deze geneesmiddelen beter te begrijpen, worden de voortplantings-endocrinologie en -fysiologie bij de vogel kort besproken. Oestrogenanalogen veroorzaken malformaties en een partiële regressie van het oviduct,

waardoor een inhibitie van de eileg volgt (Berg *et al.*, 2001). Bij mannelijke dieren dalen de plasmatestosteron gehalten en bijgevolg neemt ook het mannelijk seksueel gedrag af (Halldin, 2005). Progesteronanalogen induceren een folliculaire atresie maar worden minder frequent aangewend, gezien er ongewenste neveneffecten kunnen optreden, zoals een toename in lichaamsgewicht, hepatische lipidose en diabetes mellitus (Pollock en Orosz, 2002). Hoge doses LH-analogen inhiberen GnRH- en LH-afgifte. Afhankelijk van het moment van de toediening van deze preparaten wordt de ovulatie geïnhibeed of net gestimuleerd. Door de toediening van GnRH-analogen wordt de hypofyse bij vogels van beide geslachten onderdrukt (Bertschinger *et al.*, 2001). Bij mannelijke dieren worden de spermatogenese en testosteronproductie onderdrukt, terwijl bij vrouwelijke dieren de oestrus wordt stopgezet. Verder wordt ook het gebruik van de niet-hormonale middelen 20.25 diazacholesterol en nicarbazine vermeld, die respectievelijk de synthese van sekssteroiden en de integriteit van de vitelliene membraan beïnvloeden (Chapman, 1994; Yoder *et al.*, 2005).

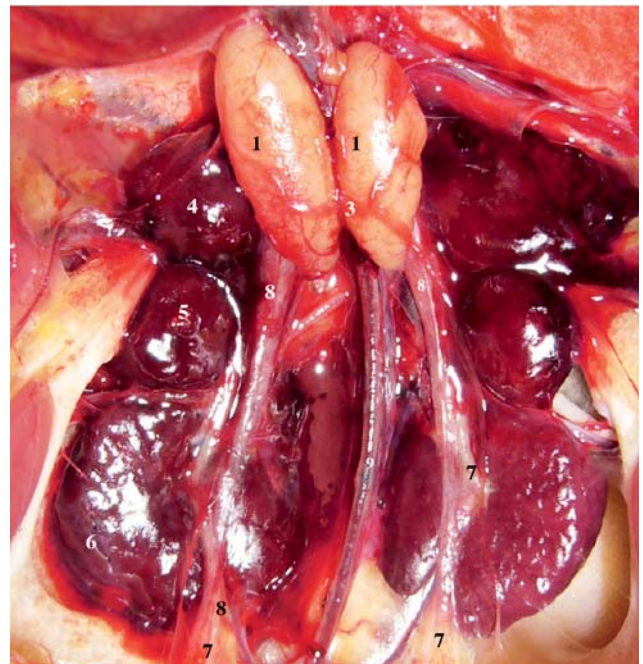
ANATOMIE EN FYSIOLOGIE VAN HET VOORTPLANTINGSTELSEL

Anatomie van het mannelijk geslachtsstelsel

De belangrijkste verschillen tussen het mannelijk genitaalstelsel van vogels en dat van zoogdieren zijn de intra-abdominale testes (zoogdieren hebben vooral scrotale testes) en de fallus (cf. penis) die slechts bij een beperkte groep vogels voorkomt. Het mannelijk geslachtsstelsel van de duif wordt afgebeeld op Figuur 1.

Testis

De testes zijn ei- of boonvormig en bevinden zich beiderzijds lateraal van de vena cava caudalis, tussen het caudale uiteinde van de longen en bijnieren en de craniale pool van de nieren (Pollock en Orosz, 2002). De testes worden opgehangen door het mesorchium, ze zijn gedeeltelijk omgeven door de abdominale luchtzak en worden omkapseld door twee fibreuze lagen die verscheidene bloedvaatjes en zenuwtakjes bevatten (Joyner, 1994). Onder invloed van luteïniserend hormoon (LH) en follikel stimulerend hormoon (FSH) neemt bij seksueel actieve dieren de omvang van de testes toe. De bloedtoevoer wordt voornamelijk verzorgd door de a. testicularis, een aftakking van de a. renalis cranialis (Crosta *et al.*, 2003). De verschillende korte testiculaire venen, die zorgen voor de drainage van de testes, monden rechtstreeks uit in de vena cava caudalis. De testes bestaan uit duizenden spiraalvormige tubuli seminiferi, die frequent met elkaar anastomoseran. De epitheellaag van deze tubuli seminiferi omvat kiem- en sertolicellen. Deze laatste ondersteunen de functie en ontwikkeling van de kiemcellen door androgenen te capteren vanuit de bloedbaan en deze vervolgens af te geven aan de kiemcellen (Pollock en Orosz, 2002).



Figuur 1. Ventraal aanzicht van het mannelijk urogenitaalstelsel van de duif. 1. testis 2. vena cava caudalis 3. restanten van de abdominale luchtzak 4. craniale nierlob 5. middelste nierlob 6. caudale nierlob 7. ductus deferens 8. ureter 9. aorta

Epididymis

De epididymis ligt beiderzijds dorsomediaal van de testis en wordt in tegenstelling tot deze van zoogdieren niet opgedeeld in caput, corpus en cauda (Crosta *et al.*, 2003; Pollock en Orosz, 2002). De efferente tubuli, die de spermatozoa meedragen, monden over de gehele lengte uit in de ductus epididymis.

Bij Galliformes wordt een appendix van de epididymis beschreven die zich uitstrekt tot in de ventrale zijde van de bijnier (Pollock en Orosz, 2002). Deze uitbreiding omvat vele tubuli die ontspringen vanuit de ductus epididymis en blind eindigen of eindigen in de bijnier. Deze anatomische aanpassing wordt klinisch relevant bij het verwijderen van de testes. Bij castratie wordt het grootste gedeelte van de epididymis verwijderd, terwijl de appendix (partieel) ter plaatse blijft. Aangezien ter hoogte van de efferente afvoergangen in de appendix androgenen gesynthetiseerd en gesecreterd kunnen worden, blijven ook de secundaire geslachtskenmerken aanwezig (Canny en Pollock, 2000). Hormoongerelateerde gedragsproblemen kan men bijgevolg niet steeds oplossen door middel van castratie (Pollock en Orosz, 2002).

Ductus deferens

De ductus deferens loopt als een zigzaglijn vanaf de caudale rand van de testes, lateraal van de ureter naar de dorsale zijde van de cloaca en mondt uit in het urodeum (Pollock en Orosz, 2002). Bij Passeriformes vormt het distale uiteinde van de ductus deferens een ronde massa, de seminale glomus, die beiderzijds uitpuilt in de cloaca en zo vorm geeft aan het cloacale pro-

montorium. Aan de hand van deze verdikkingen kan men bij Passeriformes dan ook het geslacht bepalen. De glomera zijn de voornaamste spermareservoirs bij deze vogelsoorten en bewaren het sperma tot 4°C beneden de lichaamstemperatuur, wat de levensvatbaarheid van de spermatozoa positief beïnvloedt (Crosta *et al.*, 2003; Pollock en Orosz, 2002). Bij alle andere vogelspecies vormt de ductus deferens het voornaamste spermareservoir (Pollock en Orosz, 2002). In tegenstelling tot spermatozoa van zoogdieren, vertonen spermatozoa van vogels enkel motiliteit na een daling van de omgevingstemperatuur (lager dan de lichaamstemperatuur) (Ashizawa *et al.*, 1989). Bijgevolg neemt de motiliteit van spermatozoa van vogels toe na ejaculatie.

Accessoire geslachtsorganen

De accessoire geslachtsorganen bestaan bij vogels uit de paracloacale vasculaire lichaampjes, de dorsale proctodeale klier en de lymfatische plooien (Crosta *et al.*, 2003). Deze orgaantjes liggen in de nabijheid van of integraal in de cloaca. Hun functie is nog niet volledig duidelijk, maar vermoedelijk zijn ze noodzakelijk bij het zwellen van het lymfatisch weefsel tijdens copulatie (Crosta *et al.*, 2003; Johnson, 2000).

Fallus

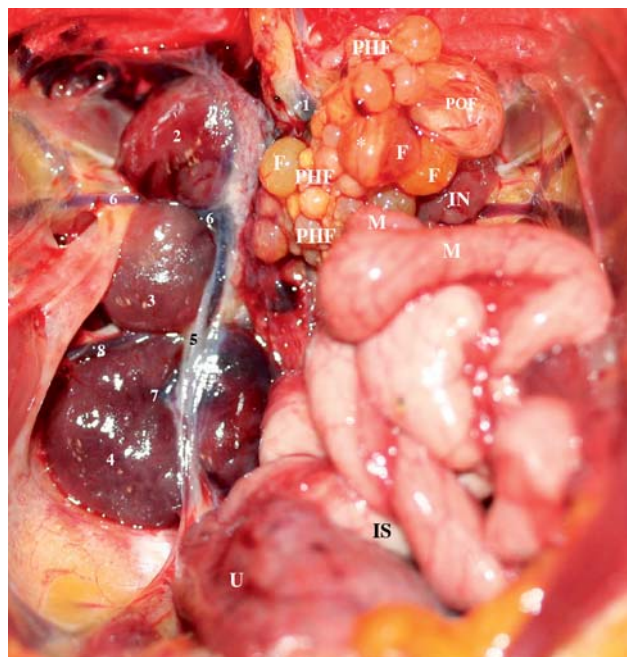
Bij vogels spreekt men niet van een penis, maar van een fallus die zich ventraal in het proctodeum bevindt (Joyner, 1994). Men kan drie groepen onderscheiden: vogelsoorten zonder fallus, species met een intromitterende fallus en species met een niet-intromitterende fallus. Psittaciformes behoren tot de groep vogels zonder fallus. Ze planten zich voort door cloacaal contact, waarbij het distale uiteinde van het oviduct van het vrouwtje uitgestulpt wordt uit de cloacale opening. De intromitterende fallus (protrudens) puilt bij seksuele excitatie uit het ventrale proctodeum en wordt beschreven bij Ratites (loopvogels), Tinamous (stuihoenders) en Anseriformes (watervogels) (Brennan *et al.*, 2008; Crosta *et al.*, 2003). De niet-intromitterende fallus (non-protrudens), die beschreven wordt bij Galliformes (hoenderachtigen) en sommige Passeriformes (zangvogels), hangt vast aan het ventrale proctodeum, waardoor het onwaarschijnlijk is dat deze bij seksuele excitatie kan uitpuilen en de vagina kan penetreren.

Anatomie van het vrouwelijk geslachtsstelsel

Evolutionair gezien is het voor vliegende vogels voordelig om minder te wegen. Hieruit volgt dan ook een belangrijk verschil met de zoogdieren: bij de meeste vogelsoorten wordt slechts de helft van het vrouwelijk genitaalstelsel aangelegd. Het vrouwelijk geslachtsstelsel wordt afgebeeld op Figuur 2.

Het ovarium

Tijdens de ontwikkeling van de gonaden gebeurt er bij vrouwelijke dieren een volledige regressie van het



Figuur 2. Ventraal aanzicht van het vrouwelijk urogenitaalstelsel bij de duif. Actief ovarium met prehiërarchische follikels (PHF), preovulatorische follikels (F) met stigma (*) en postovulatorische follikels (POF). IN: infundibulum, M: magnum, IS: isthmus, U: uterus of schaalklier. 1. aorta, 2. craniale nierlob, 3. middelste nierlob, 4. caudale nierlob, 5. ureter, 6. a. iliaca externa, 7. a. renalis caudalis, 8. a. ischiadica

rechterovarium en -oviduct (Nakabayashi *et al.*, 1998). Deze asymmetrie is vermoedelijk het gevolg van de afwezigheid van oestrogeenreceptoren in de rechtergonade. De aanwezigheid van zowel het linker- als rechterovarium en oviduct is bij bepaalde vogelsoorten, zoals de valk (Falconiformes) en de bruine kiwi (Apteryx spp), echter meer regel dan uitzondering (Johnson, 2000). Bij duiven (Columbiformes) en mussen (Passeridae) komt dit slechts bij 5% van de vrouwelijke dieren voor.

Het linkerovarium wordt craniodorsaal in de coeloomholte opgehangen door het mesovarium, net caudaal van de linkerlong, caudolateraal van de linkerbijnier en craniaal van de linkernier (Crosta *et al.*, 2003). Centraal vindt men een neurovasculaire zone met glad spierweefsel die omgeven wordt door parenchym en follikels (Pollock en Orosz, 2002). De bloedtoevoer van het linkerovarium en -oviduct wordt voornamelijk verzorgd door een aftakking van de linker craniale renale arterie die het ovarium bereikt via de hilus. De veneuze afvoer van het bloed bestaat uit verscheidene ovariële venen die rechtstreeks in de vena cava caudalis uitmonden.

Het oviduct

Het linkeroviduct wordt van proximaal naar distaal opgedeeld in het infundibulum, magnum, isthmus, de uterus of schaalklier en de vagina (Crosta *et al.*, 2003). De mucosa van het oviduct is hoofdzakelijk opgebouwd uit klier- en trilhaarcellen. De klieren, die

men voornamelijk in het magnum vindt, staan in voor de vorming van het albumine (Pollock en Orosz, 2002).

Het infundibulum bestaat uit een trechtervormige opening (waar de eikel opgevangen en eventueel bevrucht wordt) en uit een tubulair of chalazifere deel (Pollock en Orosz, 2002). Hier wordt een dun eiwitlaagje of chalazifere laag afgezet rond de dooier. Dit laagje wordt verdergezet door verscheidene strengen die de dooier ophangen in het ei. Ter hoogte van het magnum wordt het grootste deel van het albumen of eiwit afgezet.

Vervolgens worden in het isthmus naast albumen, ook de binnenste en buitenste schaalvliezen afgezet, die na de ovipositie uiteenwijken ter hoogte van de stompe pool van het ei om er de luchtkamer te vormen. De schaalvliezen zijn permeabel voor water, gassen en kristalloïden, maar niet voor het albumen.

De uterus bestaat uit een kort, rood craniaal deel en een beursvormig distaal deel waarin het ei, afhankelijk van het vogelspecies, ongeveer 20 uur verblijft. In de uterus worden naast de longitudinale mucosale plooien, ook transversale mucosale plooien beschreven die blad-vormige lamellen vormen die zich uitvlakken tegen de ontwikkelende eischaal (Pollock en Orosz, 2002). In het craniale deel van de uterus worden water en elektrolyten aan het eiwit toegevoegd, waardoor het ei zijn ronde vorm verkrijgt (het zogenaamde 'plumping'). Voor de vorming van de eischaal is er zowel een organische als een minerale component vereist. De organische component bestaat uit een mamillaire laag (die opgebouwd wordt uit conische protuberantia of mamillae), een spongieuze laag waartussen de calciumkristallen (die vrijgesteld worden uit de lange beenderen) neerslaan en de cuticula (een wasachtige laag die bestaat uit proteïnen, mucopolysacchariden en lipiden). De minerale component van de eischaal wordt hoofdzakelijk gevormd door

de afzetting van (calciumcarbonaat) kristallen rondom de centrale proteïnenkern van de mamillae.

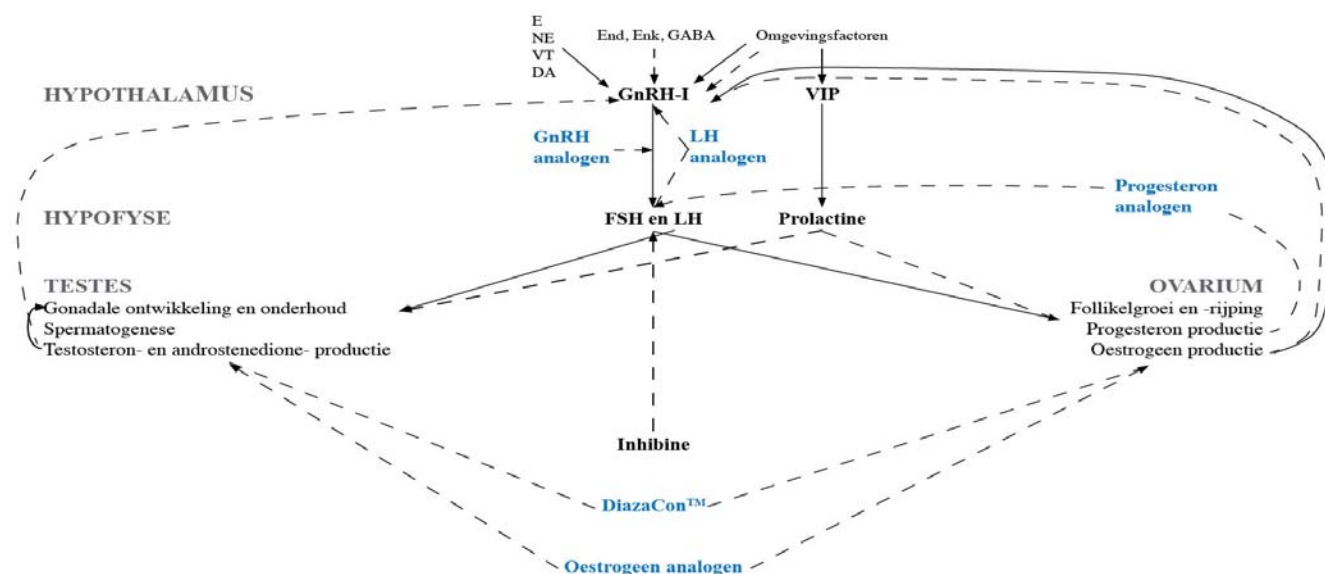
Ter hoogte van de utero-vaginale overgang ligt de vaginale sfincter die relaxeert bij aanvang van de ovipositie of eileg. Door het uitrekken van de vagina en cloaca ontstaat de reflectorische buikpers of 'bearing down reflex' waarbij de uterus-spijeren contraheren (Wechsung en Houvenaghel, 1981).

Ter hoogte van de lamina propria van de vagina kan, afhankelijk van het species, het sperma voor meerdere dagen tot weken opgeslagen worden in de Fossulae spermaticae of spermatische crypten (Crosta *et al.*, 2003). De spermacellen komen gelijkmatig vrij gedurende deze periode, waardoor de bevruchting in één nest door meerdere mannetjes kan gebeuren.

Fysiologie en endocrinologie van het mannelijk voortplantingsstelsel

Voortplantingsendocrinologie en -gedrag worden gestuurd door de hypothalamus als reactie op omgevingsfactoren, zoals de fotoperiode, de aanwezigheid van nestmateriaal en een partner (Ottinger en Bakst, 1995). Deze omgevingsfactoren worden gesuperponeerd door interne factoren, zoals de algemene gezondheid en seksuele rijpheid van het dier. Bijgevolg hangt de voortplanting af van de synchronisatie van interne en externe factoren. Alhoewel er in deze voortplantingscyclus speciesspecifieke variaties waargenomen worden, lijkt de basis ervan sterk op deze bij zoogdieren (Ottinger *et al.*, 2002). De voortplantingsfysiologie en endocrinologie bij vogels van beide geslachten worden weergegeven in Figuur 3.

Gonadotropine release hormoon (GnRH) wordt via axonale uitlopers ter hoogte van de eminentia mediana vrijgegeven in de portaalcirculatie tussen de hypothala-



Figuur 3. Voortplantingsendocrinologie en hormonale toepassingen. De volle lijnen geven een stimulatie weer, de stippe lijnen een inhibitie. De hormonale geneesmiddelen worden in het blauw weergegeven. E: epinephrine, NE: norepinephrine, VT: vasotocine, DA: dopamine, End: β-endorfine, Enk: enkefaline, GABA: γ-amino-boterzuur, GnRH: gonadotropine release hormoon, LH: luteïniserend hormoon, FSH: follikel stimulerend hormoon, VIP: vasoactieve intestinale peptide.

mus en hypofyse. Het GnRH stimuleert er de secretie van LH en FSH.

Er worden drie vormen van GnRH onderscheiden ('chicken of cGnRH-I en cGnRH-II' en 'lamprey of lGnRH-III') op basis van hun distributie en hun rol ter hoogte van het centrale zenuwstelsel (Mans en Taylor, 2008). cGnRH-I controleert de afgifte van LH ter hoogte van de hypofysevoorkwab, terwijl het lGnRH-III inwerkt op de geluidsverwerkende en zangproducerende gebieden in de hersenen van mannelijke zangvogels. Alhoewel er een direct verband zou zijn tussen de gehalten aan cGnRH-II mRNA ter hoogte van de hypofyse en de reproductiestatus, blijft de precieze functie van het cGnRH-II voorlopig onduidelijk. De productie van cGnRH-I, de biologisch actieve vorm bij de hen, wordt gestimuleerd door een aantal neuropeptiden en neurotransmitters, zoals epinefrine, norepinefrine, dopamine en vasotocine (VT) (Ottinger *et al.*, 2002). β -Endorfine, enkefaline en γ -aminoboterzuur (GABA) werken inhiberend op cGnRH-I.

Bij zoogdieren werd het *RFamide-related peptide* (RFRP) geïdentificeerd. Ze inhibeert de functie van de GnRH-cellen en speelt een belangrijke rol in seizoensgebonden reproductie (Smith en Clarke, 2010). Dit RFRP vormt het ortholoog van het reeds eerder bij vogels geïdentificeerde gonadotropine inhibitiëhormoon (GnIH). GnIH werkt direct in op de gonadotropineafgifte via specifieke GnIH-receptoren ter hoogte van de hypofyse (Tsutsui *et al.*, 2007). Bovendien zou het GnIH fotoperiodische informatie vertalen in wijzigingen in het melatoninegehalte. Het melatonine werkt inhibitorisch op de hypothalamo-hypofysaire as, waardoor bij mannelijke dieren de spermatogenese gestopt wordt en de tubuli seminiferi regresseren (Ramachandran *et al.*, 1995).

De gonadotropinen LH en FSH worden geproduceerd ter hoogte van de adeno-hypofyse en stimuleren respectievelijk de steroïdsynthese ter hoogte van de Leydigcellen en de spermatogenese ter hoogte van de Sertolicellen (Kirby en Froman, 2000; Scanes, 2000). De interstitiële cellen of cellen van Leydig liggen tussen de tubuli seminiferi en bevatten cholesterolrijke lipide druppeltjes die de precursoren vormen van testosteron en androstenedione (Crosta *et al.*, 2003; Pollock en Orosz, 2002). Deze androgenen zijn belangrijk voor de groei en ontwikkeling van de tubuli seminiferi en ductus deferens, voor de vorming van secundaire geslachtskenmerken en ze geven een negatieve feedback ter hoogte van de hypothalamus (Ottinger en Bakst, 1995; Pollock en Orosz, 2002).

Fysiologie en endocrinologie van het vrouwelijk voortplantingsstelsel

De hypothalamo-hypofysaire as werkt bij vrouwelijke dieren op een gelijkaardige manier (Canny en Pollock, 2000). De follikelgroei verloopt echter volgens een ander patroon dan bij zoogdieren. De cyclus bestaat bij vogels uit een combinatie van follikelgroei, atresie en ovulatie en verloopt volgens een hiërarchisch patroon dat gekenmerkt wordt door verschil-

lende follikelgrootten (Figuur 2). De groei en ovulatie van de follikels worden respectievelijk gecontroleerd door FSH en LH. De synthese van FSH en LH wordt op haar beurt beheerst door het GnRH en de negatieve feedback van ovariële steroïdhormonen. Ook inhibine, dat gesynthetiseerd wordt in de granulosa-cellen van de drie of vier grootste preovulatorische follikels, remt via een negatief feedbacksysteem de afgifte van gonadotropinen (voornamelijk FSH) (Wechsung en Houvenaghel, 1981). De progesteronproductie gaat vooral door in de granulosa-cellen van de grootste preovulatorische follikel. Testosteron en oestrogenen worden voornamelijk gesynthetiseerd in de thecacellen van de kleinere follikels, alsook in de theca- en granulosa-cellen van postovulatorische follikels (Johnson, 2000). De endocrinologische veranderingen die bepalend zijn voor de ovulatie, verlopen deels gelijk met deze bij zoogdieren (Ottinger *et al.*, 2002). LH en oestrogeenconcentraties beginnen ongeveer drie weken vóór de eerste ovulatie te stijgen (Canny en Pollock, 2000). De vorming van GnRH-I wordt gestimuleerd door een stijging in gonadale steroïdhormonen gedurende de preovulatoire LH-golf (Ottinger *et al.*, 2002). De progesteron (P_4) concentratie stijgt ongeveer twee weken vóór de ovulatie. LH en P_4 interageren in een positief feedbacksysteem: P_4 stimuleert de afgifte van LH, waarna LH een hogere P_4 -secretie induceert. Alhoewel oestrogeen geen directe stimulatie van LH-secretie veroorzaakt, is de concentratie ervan belangrijk om het feedbacksysteem tussen LH en P_4 te potentiëren. De ruptuur van de follikel gebeurt ter hoogte van het stigma, dat slecht doorbloed is. In tegenstelling tot bij zoogdieren, ontwikkelen zich bij vogels geen corpora lutea (Johnson, 2000). De daaropvolgende ovipositie wordt gestimuleerd door prostaglandinen ($PGF_{2\alpha}$ en PGE) en arginine vasotocine (AVT) (Ottinger *et al.*, 2002). De vorming van prostaglandinen gebeurt in de grootste preovulatoire follikel en de uterus en wordt gestimuleerd door progesteron en LH. Door een stijging in de $PGE:PGF_{2\alpha}$ -ratio stopt de eileg. Daarna begint de incubatieperiode. Het einde van het broedseizoen gaat samen met atresie van de resterende follikels. Daarna ondergaat het ovarium een rustperiode (Canny en Pollock, 2000).

CHIRURGISCHE TECHNIEKEN

Chirurgische instrumenten

Een standaard chirurgieset voor vogels omvat oftalmologische en microchirurgische instrumenten uit de humane en kleine huisdiergeneeskunde (Echols, 2002). Voorbeelden van veel gebruikte instrumenten zijn: een fijne getande pincet, Harris ring-tippincetten, een ooglidspreider, rechte en gebogen irisscharen, een schaar met veer, kleine standaard en castroviejonaaldhouders, micro-mosquitovaatklemmen en 60°- en 90°-gebogen mosquitovaatklemmen. Tijdens het uitvoeren van ingrepen zoals een ovariëctomie is ook het gebruik van gebogen neonatale vaatklemmen, hemoclips en steriele (droge en vochtige) wattenstaafjes sterk

aangewezen. Andere auteurs prefereren microchirurgische instrumenten boven oftalmologische instrumenten, aangezien deze iets langer zijn (Bennet, 1994). Het gebruik van een hoogkwalitatieve oculaire loep met geïntegreerde lichtbron, zoals het surgitelsysteem, wordt aangeraden (Echols, 2002). Voor het sluiten van de buikwand en voor huidincisies kan men polydioxanone of PDS (4-0 wordt het meeste aangewend) gebruiken. Het wordt traag geresorbeerd en veroorzaakt een milde weefselreactie.

Chirurgische benadering van de geslachtstractus

Voorafgaand dient men elke patiënt grondig te evalueren en eventueel eerst te stabiliseren door middel van een zuurstoftoediening, een intraveneuze of intraosseuze vloeistoftherapie en antibiotica (Echols, 2002). Het plaatsen van een intraosseuze katheter kan bij vrouwelijke dieren bemoeilijkt worden door de aanwezigheid van een prop ten gevolge van medullaire (polyostotische) hyperostose. Dit fysiologisch proces, waarbij calcium afgezet wordt in de niet-luchthoudende lange beenderen van hennen, vindt plaats vóór de aanvang van de eileg (Hadley, 2010). Om de geslachtstractus te kunnen benaderen, moet men minstens één luchtzak doorprikken (Echols, 2002). Het is van groot belang het vrijkomend vocht in de peritoneale holte te aspireren, aangezien dit vocht ademhalingsproblemen kan veroorzaken.

Laterale coeliotomie

De vrouwelijke geslachtstractus is goed bereikbaar door middel van een links laterale coeliotomie (Echols, 2002). De geanestheeserde patiënt wordt in rechterzijligging geplaatst, de vleugels worden naar dorsaal gestrekt en met tape vastgemaakt, de rechterpoot wordt naar caudaal en de linkerpoot naar craniaal (tenzij men een meer craniale benadering overweegt) gestrekt (Figuur 4). In de paralumbale regio wordt een incisie gemaakt, beginnend van het meest craniale punt van het os pubis tot aan de processus uncinatus van de laatste rib. Indien nodig kan men de incisie verlengen doorheen de costochondrale overgang(en) van de laatste rib(ben). Hemostase verkrijgt men door hechtingen te plaatsen, door elektrocoagulatie of door druk uit te oefenen. Vervolgens disseceert men stomp doorheen de musculus obliquus externus en internus en doorheen de musculus transversus abdominis. Met behulp van een ooglidspreader kan men de visualisatie van de abdominale luchtzak (dorsaal) en de caudale thoracale luchtzak (craniaal) optimaliseren. Eens de ingreep voltooid is, worden de spieren in één of twee lagen gesloten met een absorbeerbaar monofilament. Daarna worden het subcutane weefsel en de huid gesloten.

Door middel van een rechts laterale coeliotomie kan men bij mannelijke dieren de rechtertestis benaderen (Echols, 2002). De procedure is vergelijkbaar met de eerder beschreven techniek voor de linkercoeliotomie.



Figuur 4. Positionering voor linker laterale coeliotomie en laparoscopie. De volle lijn illustreert de positie van de laatste rib. De stippellijn is de weergave van de m. flexor cruris medialis. De stip stelt het craniale punt van het os pubis voor.

Ventrale middenlijn, transversale en gecombineerde coeliotomie

Indien men mediaan of beiderzijds in de coeloomholte wil te werk gaan, wordt een ventrale middenlijn, transversale of gecombineerde coeliotomie uitgevoerd (Echols, 2002). Dit is bijvoorbeeld praktisch indien het oviduct sterk gedilateerd is of wanneer men de testes wil benaderen via éénzelfde incisie. Deze incisie begint net caudaal van het sternum en loopt caudaalwaarts over de ventrale middenlijn tot tussen beide schaambeenderen. Aangezien de supraduodenale lus (ileum) ventraal tegen de middenlijn aan ligt, dient men zeer voorzichtig tewerk te gaan om deze niet te beschadigen. Na het maken van de huidincisie, wordt de linea alba omhoog gehouden en ingesneden. Indien men een betere visualisatie van de organen wenst te bekomen, wordt een transversale of gecombineerde coeliotomie uitgevoerd, waarbij net caudaal van het sternum een (bijkomende) incisie gemaakt wordt. Het sluiten van de incisies na het uitvoeren van de operatie verloopt gelijkaardig als hierboven beschreven.

Chirurgie van het mannelijk geslachtsstelsel

Orchiëctomie of castratie

Castratie of het zogenaamde kapoeneren wordt frequent aangewend bij pluimvee van één tot twee weken oud om agressief gedrag te beperken of om een hogere economische karkaswaarde te bekomen (Echols, 2002). Bij sommige species echter vertoont de epididymis een appendix die castratie bemoeilijkt. Bij het kapoeneren wordt het geanestheeserde dier in zijligging geplaatst, met beide vleugels naar dorsaal gestrekt en de bovenliggende poot naar caudaal (Olsen, 1994). Vervolgens wordt een verticale incisie gemaakt tussen de laatste twee ribben. Om deze te spreiden wordt een retractor geplaatst, waarna stomp gedisseceerd wordt doorheen de luchtzak zodat de testikel zichtbaar wordt.

Tussen de testis en de lichaamswand worden twee gebogen vaatklemmen geplaatst. Door aan de vaatklem aan de testiszijde te trekken, wordt de testikel uit de coeloomholte verwijderd. Na het routinematig sluiten van de spierlagen en huid kan de procedure herhaald worden aan de andere zijde. De voornaamste complicatie bestaat uit het occluderen van de aorta of vena cava. Aangezien deze bloedvaten nauw verbonden zijn met de testis, wordt deze soms onvolledig verwijderd.

Er werd reeds aangetoond dat na het onvolledig kaopeneren het testisweefsel kan teruggroeien, waardoor de voorkeur veelal uitgaat naar een resectie en bloc van de testes (Echols, 2002; Friedlander *et al.*, 1992). Hierbij wordt een craniale links laterale of ventrale middenlijncoeliotomie toegepast (zoals eerder beschreven) (Echols, 2002). De incisie kan eventueel naar craniaal verlengd worden en de laatste twee ribben kunnen doorgesneden worden om een betere visualisatie van de testes te verkrijgen. Afhankelijk van het species wordt vervolgens de caudale thoracale of de abdominale luchtzak gepuncteerd om de linkertestis te kunnen benaderen. De rechtertestis kan men benaderen via dezelfde incisie in geval van een ventrale middenlijncoeliotomie. Als alternatief kan men een rechter laterale coeliotomie uitvoeren. Eens de testis goed bereikbaar is, trekt men deze voorzichtig naar ventraal en plaatst men een hemoclip rond de dorsale bloedvaten. Indien er genoeg ruimte is voor twee hemoclips, wordt een dwarse incisie gemaakt tussen beide in om de testis te verwijderen. Indien niet voldoende ruimte is voor twee hemoclips, kan de testis verwijderd worden met behulp van elektrocoagulatie. Als alternatief kan men kleine bloedvaten afklemmen met een mosquitovaatklem en de testis verwijderen. De vaatklem laat men nadien nog één à twee minuten op de vaatstomp staan.

Vasectomie

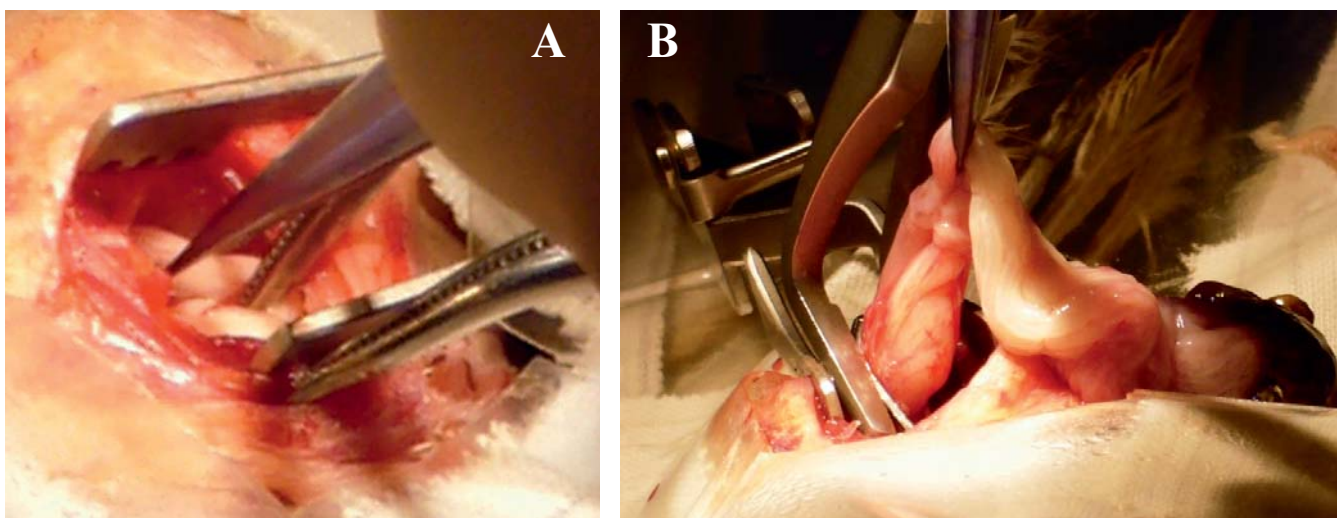
Bij kleine vogels, zoals grasparkieten (*Melopsittacus undulatus*), wordt een 3 mm lange incisie gemaakt, beginnend 7 mm lateraal van de cloacale sfincter (Sa-

mour en Markham, 1987). Na de dissectie van de abdominale spierlagen wordt een operatiemicroscoop aangewend om de vas deferens te kunnen lokaliseren en er vervolgens een vijftal mm van te verwijderen net distaal van de epididymis. Nadien wordt enkel de huid routinematig gesloten. De voornaamste complicatie is beschadiging van de ureter.

Chirurgie ter hoogte van het vrouwelijk geslachtsstelsel

Salpingohysterectomie

Indicaties voor salpingohysterectomie worden gevormd door alle geslachtsaandoeningen die niet op conservatieve wijze behandeld kunnen worden (Echols, 2002). Een links laterale coeliotomie wordt uitgevoerd zoals eerder beschreven en de linker abdominale luchtzak wordt met behulp van een klem aangeprikt en geopend, zodat het ovarium en het oviduct zichtbaar worden. Het infundibulum wordt voorzichtig naar het oppervlak geheven (Figuur 5A), waarna de bloedvaten in het ligamentum suspensorium via elektrocoagulatie of met een hemoclip geligeerd kunnen worden. Afhankelijk van hun grootte kan het ook nodig zijn om de verschillende arteries van het oviduct te ligeren. Vervolgens plaatst men ook een hemoclip rondom de basis van het oviduct, juist proximaal van de cloacale overgang. Het oviduct kan dan uit de coeloomholte verwijderd worden (Figuur 5B). Indien grote preovulatoire of cysteuze follikels aanwezig zijn, moet men deze eerst aanprikken en aspireren. Zoniet vergroot het risico op buikleg of eiperitonitis. Een belangrijk nadeel van salpingohysterectomie is dat men de reproductieve cyclus niet stil legt, zoals dit wel het geval is bij ovariëctomie. Salpingohysterectomie voorkomt bij bepaalde vogelspecies, zoals de valkparkiet (*Nymphicus hollandicus*), de eiproductie door een feedbacksysteem tussen ovarium en oviduct. Eventueel abnormaal seksueel gedrag en hormonale stoornissen worden echter niet aangepakt.



Figuur 5. A. Salpingohysterectomie bij een valkparkiet met eileiderprolaps. Het oviduct wordt voorzichtig naar het oppervlak geheven zodat de bloedvaten met een hemoclip geligeerd kunnen worden. B. Na het plaatsen van de ligaties wordt het oviduct uit de coeloomholte verwijderd.

Partiële en volledige ovariëctomie

Niettegenstaande salpingohysterectomie bij sommige vogelsoorten ovulatie kan inhiberen, blijft het bij andere vogelsoorten noodzakelijk de ovulatie te stoppen via een hormonale therapie of ovariëctomie (Echols, 2002). Ovariëctomie is echter een moeilijke en riskante ingreep aangezien de stam van de craniale renale arterie zeer kort is en het ovarium nauw verbonden is met de vena iliaca. Door het uitscheuren van de iliacale vene kan een levensbedreigende bloeding ontstaan. De doorbloeding van ovarium en oviduct is sterk afhankelijk van de seksuele activiteit. Indien de algemene conditie van het dier het toelaat, is het bijgevolg raadzaam seksuele inactiviteit door middel van een hormonale therapie uit te lokken alvorens ovariëctomie uit te voeren. Een voorbeeld daarvan is het gebruik van leuprolide acetaat (Antinoff en Rosenthal, 2010). Leuprolide acetaat onderdrukt de bloedtoevoer ter hoogte van het oviduct, hetgeen het risico op bloedingen vermindert en bovendien de follikelontwikkeling remt. Ovariëctomie wordt enkel aangeraden ter controle van bijvoorbeeld tumoren, terugkerende cysten, persistente follikels en oöforitis refractair aan een medicamenteuze therapie (Echols, 2002). In geval van ovariële neoplasieën neemt de bloeddruk ter hoogte van het ovarium toe, waardoor het chirurgisch verwijderen ervan (rekening houdend met adequate marges) zo goed als onmogelijk wordt.

Een linker laterale coeliotomie wordt uitgevoerd zoals eerder beschreven (Echols, 2002). Gedurende de ingreep worden het debris en vrijkomend vocht verwijderd om het ovarium en de bijhorende bloedvaten goed zichtbaar te houden. De eerstvolgende stap is de grootte reduceren door preovulatoire follikels te verwijderen en/of de inhoud van eventuele cysteuze follikels te aspireren. Hierdoor wordt de verbinding van het ovarium met de bovenliggende vena iliaca duidelijk zichtbaar. Het verwijderen van de preovulatoire follikels bestaat uit het wegduwen van de follikels met een steriele wattenstaaf. Indien de vasculaire stam reeds goed ontwikkeld is, plaatst men het beste een hemoclip alvorens de follikel stuk te duwen. De cysteuze follikels kan men aspireren door een 23-25 gauge-vlinderkatheter doorheen een weinig vasculair deel van de wand te prikken. Eenmaal het vocht gereduceerd is, wordt het eenvoudiger een ovariële massa dichter bij de basis af te klemmen met een hemoclip of een debakeyvaatklem voor neonati. Nu kan men het gedeelte ventraal van de hemoclip of klem verwijderen. Vervolgens verplaatst men de klem naar de basis toe (of plaatst men een nieuwe hemoclip) en verwijdert men opnieuw het ventrale gedeelte. Men herhaalt deze procedure tot wanneer men het verloop van de vena iliaca communis volledig kan volgen. Bij juveniele dieren kan men trachten het ovarium los te maken van de dorsale ophangbanden (van caudaal naar craniaal toe) door de caudale zijde van het orgaan met een gebogen vaatklem in craniale richting te trekken. Indien men enige weerstand ondervindt, dient men deze techniek te stoppen gezien het risico op het uitscheuren van de vena iliaca. Een

andere, veel gebruikte techniek die haar toepassing vindt bij zowel juveniele als volwassen dieren, bestaat uit het plaatsen van hemoclips tussen de basis van het ovarium en de vena iliaca communis. Hierbij heft men de caudale pool van het ovarium voorzichtig naar zich toe en worden (kleine tot medium grote) hemoclips van caudaal naar craniaal toe rondom de bloedvaten geplaatst. Nadien ligeert men op dezelfde wijze ook de meer craniaal gelegen ovariële arterie. Nadien wordt het ovarium verwijderd met behulp van een ellman B-lus of door elektrocoagulatie. Als voornaamste complicatie worden bloedingen ten gevolge van het inadeguaat, blind plaatsen van hemoclips vermeld.

Een andere methode bestaat erin na de reductie van de ovariële omvang een hemoclip te plaatsen rondom de vena iliaca communis net caudaal van het ovarium, en net craniaal van de aftakking naar de caudale renale vene (Echols, 2002). Vervolgens plaatst men een hemoclip rondom de iliacale vene craniaal van het ovarium en caudaal van de aftakking naar de vena cava. Eens de ovariële arterie en de venae ilicae geligeerd zijn, kan men het ovarium reseceren. Mogelijke complicaties zijn het beschadigen van de linkerbijnier, de nier en de sacrale zenuw plexi, evenals het wijzigen van de bloedvloeiing doorheen het renale portale systeem.

LAPAROSCOPISCHE TECHNIEKEN

Het endoscopisch benaderen van de geslachtstractus wordt bij vogels sedert vele jaren toegepast voor de geslachtsbepaling (Hernandez-Divers *et al.*, 2007). In tegenstelling tot zoogdieren is er bij vogels geen gasinsufflatie nodig om een goede visualisatie te verkrijgen dankzij de aanwezigheid van luchtzakken. Alhoewel laparoscopie een focale vergroting, verlichting en een betere toegang tot de coeloomholte biedt, blijft de voornaamste beperking het kleine gestalte van de patiënt. Het belangrijkste voordeel van laparoscopie is de reductie van chirurgisch trauma. Bovendien neemt een laparoscopische castratie of salpingohysterectomie voor een geoefend persoon minder dan 40 minuten in beslag. De twee voornaamste complicaties zijn milde bloedingen en focale schade aan de nier door het gebruik van elektrocoagulatie.

De voornaamste minpunten zijn de kostprijs van de instrumenten en de nood aan training en ervaring van de chirurg.

Instrumenten

Eén van de meest gebruikte endoscopen is de 30°-hopkinstelescoop (2,7 mm) met een xenon- of halogeenlichtbron (Divers, 2010). Deze endoscoop wordt eveneens gebruikt bij laparoscopische technieken bij de kat en kleine zoogdieren (Van Goethem *et al.*, 2009). Het grote voordeel van de gebogen kijkrichting is de mogelijkheid een groter gebied te bekijken door de scoop rond zijn lengteas te draaien. Voor vogels met een gewicht minder dan 200g is het echter aangewezen een kleinere scoop te gebruiken (1,9 mm) (Divers,

2010). Een ander instrumentarium dat gebruikt wordt, wordt verder toegelicht bij de beschrijving van de technieken.

Voorbereiding en positionering van de patiënt

De coeloomholte wordt meestal via de linkerzijde benaderd (Divers, 2010). Bij nog niet eerder behandelde vogelspecies kan men met behulp van overzichtsradiografieën de insertiepunten bepalen. Eens het dier geïntubeerd is, kan het in rechterzijligging gefixeerd worden met behulp van tape. Sommige auteurs (Divers, 2010) verkiezen om de bovenliggende poot naar caudaal te strekken en de coeloomholte net voor het lidmaat te benaderen. Deze positie is echter niet praktisch bij het gebruik van multiële toegangspoorten. Door het bovenliggende lidmaat echter naar craniaal te strekken, wordt de benadering van de caudale flank geoptimaliseerd en de plaatsing van bijkomende toegangspoorten vereenvoudigd (Figuur 4).

Enkelvoudige toegangspoort

Via *laparo-endoscopic single-site surgery* (LESS), waarbij alle laparoscopische instrumenten geïntroduceerd worden door één enkele trocar, kan men ondermeer de urogenitaaltractus benaderen (Divers, 2010). De toegang tot deze organen kan gebeuren via de craniale thoracale, de caudale thoracale of abdominale luchtzakken. Het uitvoeren van een salpingohysterectomie via LESS werd beschreven bij juveniele valkparkieten (*Nymphicus hollandicus*). Hierbij werd gebruik gemaakt van een 2,7 mm telescoop, een 4,8 mm schede en een 1,7 mm grijptang om de ophangbanden te breken.

Vervolgens wordt de genitaaltractus uit de coeloomholte geheven, waarna de uterus wordt afgeklemd en zonder bijkomende hemostase dwars doorgesneden wordt. Door de grotere bloedtoevoer bij volwassen dieren kan onvoldoende hemostase verwacht worden. Bij deze techniek kan slechts één instrument en steeds samen met de scoop gebruikt worden. Voor kleine vogels echter, vormt deze techniek het enige alternatief voor een standaard coeliotomie.

Multiële toegangspoorten

Door 2,5 mm- of 3,5 mm-canules via een tweede en/of derde toegangspoort in te brengen in de coeloomholte kan men ondermeer een salpingohysterectomie en orchiectomie uitvoeren (Hernandez-Divers *et al.*, 2007). Deze ingrepen werden reeds succesvol uitgevoerd bij duiven, papegaaien, parkieten en watervogels.

Orchiectomie met twee toegangspoorten

Een huidincisie van ongeveer 2 mm wordt gemaakt achter de laatste rib of halfweg tussen de laatste rib en het os pubis, waarbij men aan de ventrale zijde van de musculus flexor cruris medialis blijft (Figuur 4) (Di-

vers, 2010). Vervolgens wordt met behulp van een stomp voorwerp, zoals een vaatklem, toegang tot de abdominale luchtzak verkregen, waarna de huls (3,5 mm) en scoop (2,7 mm) ingevoerd kunnen worden. Na de bevestiging van het geslacht en de inspectie van het urogenitaalstelsel wordt een tweede toegangspoort gemaakt vlak achter het os pubis, opnieuw aan de ventrale zijde van de musculus flexor cruris medialis. Hiervoor wordt opnieuw een huidincisie van 2 mm gemaakt, waarlangs een 3,5 mm canule en trocar tot in het caudale deel van de linker abdominale luchtzak gebracht worden. De trocar wordt vervolgens verwijderd en de canule wordt 2 tot 4 mm verder geschoven tot in het lumen van de luchtzak. Via de canule wordt vervolgens een draadlus in het endoscopisch veld gebracht. Deze draadlus wordt verbonden met een radiofrequentietoestel (4,0 MHz Surgitron; Ellman International, Oceanside, NY, USA). Via rotatie van de telescoop verkrijgt men een duidelijk zicht op de testis, waarna de draadlus over de testis geschoven kan worden. Hierbij moet men zich ervan vergewissen dat de craniale nierlob, de bijnier en de vena cava in de draadlus verstrikt kunnen geraken. Door de draadlus partieel te sluiten rondom het mesorchium, verkrijgt men een kleine ruimte tussen de testis en de bovenliggende abdominale luchtzak. Wanneer men tijdens het verder dichtsnoeren van de draadlus laterale druk uitoefent, kan men de testis weg van de nier bewegen. Pas hierna wordt de coagulator geactiveerd om het mesorchium los te maken. De draadlus wordt verwijderd en de testis wordt met behulp van een klem uit de coeloomholte weggehaald langsheen de originele huidincisie. Soms is het evenwel nodig deze incisie te vergroten. Na een laatste inspectie wordt ook de scoop verwijderd en beide huidincisies worden met enkelvoudige hechtingen gesloten. Het dier wordt links lateraal gepositioneerd en de volledige procedure wordt herhaald om de rechtertestis te verwijderen.

Salpingohysterectomie via drie toegangspoorten

De scoop wordt halfweg tussen de laatste rib en het os pubis geplaatst (Divers, 2010). De eerste canule wordt caudaal van het os pubis gepositioneerd en de tweede net caudaal van de laatste rib, aan de ventrale zijde van de musculus flexor cruris medialis en craniaal van de scoop. De tweede canule wordt caudaal gericht tot in de linker abdominale luchtzak, waarbij de visualisatie verzekerd wordt door het gebruik van de scoop. Om een caudaal beeld van de coeloomholte te bekomen wordt een 30° hopkinsscoop geroteerd en met behulp van gel pads of zandzakjes ondersteund. Via de craniale canule wordt met een 3 mm kellyklem de uterus opgeheven, weg van de nier, ureter, vena cava en cloaca. Een getande schaar (3 mm) wordt met een radiofrequentietoestel verbonden en doorheen de caudale canule ter plaatse gebracht. Terwijl de geslachtstractus opgeheven wordt, snijdt men de uterus dwars door, dicht tegen de cloacale insertie aan, waarbij de cloaca stomp afgesloten wordt. Om de ventrale en dorsale ligamenten zichtbaar te maken, wordt de uterus naar craniaal geduwd. Met behulp van een schaar worden deze liga-

menten vervolgens naar craniaal toe gelijktijdig doorsneden en gecoaguleerd. Om dit te kunnen visualiseren, dient men de scoop en lichtkabel 180° te draaien. Het craniale deel van het infundibulum wordt zo dicht mogelijk tegen het ovarium aan ingesneden. Het ovarium wordt niet verwijderd, omwille van de moeilijkheden met hemostase. Na het verwijderen van de klem en de losgemaakte geslachtstractus, worden ook de scoop en canules verwijderd. Hierna worden de huidincisies enkelvoudig gesloten.

Laparoscopisch geassisteerde vasectomie

Halfweg tussen de laatste rib en het meest craniale punt van het os pubis wordt een huidincisie van 5 mm gemaakt en met behulp van een arterieklep wordt stomp doorheen de spieren gepenetreerd (Samour, 2010). Een 2,7 mm-endoscoop wordt ingebracht waarna de luchtzak wordt gelokaliseerd en doorboord. De ductus deferens wordt net distaal van de epididymis losgemaakt, aangezien deze ter hoogte van de epididymis iets verder van de ureter ligt. De ductus deferens wordt verder losgemaakt en gedeeltelijk afgescheurd door met een biopsietang tractie uit te oefenen. Er worden geen ligaturen of hemoclips geplaatst op de stomp van de zaadleider. De huidincisie wordt routinematig gesloten, waarna de techniek herhaald wordt aan contralaterale zijde. Bij grasparkieten, kleine zangvogels en andere species met seminale glomera wordt een andere techniek beschreven. De seminale glomera, die de verderzetting van de zaadleiders vormen, nemen sterk toe in omvang tijdens het broedseizoen en komen dan bijna subcutaan te liggen. Het dier wordt in rugligging geplaatst met beide poten naar caudaal gefixeerd. Halfweg tussen cloaca en os pubis wordt een incisie van 3 tot 5 mm gemaakt, de ductus deferens wordt geïdentificeerd en 5 à 8 mm van verwijderd met behulp van een microchirurgische weefselschaar. Opnieuw worden geen ligaturen of hemoclips geplaatst en wordt enkel de huidincisie gesloten.

COMPLICATIES EN POSTOPERATIEVE BEHANDELING

De anesthesie en de algemene toestand van het dier zijn vaak bepalend voor het optreden van complicaties (Divers, 2010). Hieruit volgt dan ook het belang van een goede pre- en peroperatieve evaluatie en stabilisatie van de patiënt. De endotracheale intubatie, ventilatie, intraveneuze of intraosseuze vochttoediening, een adequate thermoregulatie en de ervaring van de chirurg in het bijzonder bepalen mee de kans op slagen.

Postoperatief toezicht is eveneens van groot belang omdat een aanzienlijk deel van de patiënten in nood geraakt na extubatie en na het beëindigen van de cardiorespiratoire ondersteuning (Divers, 2010). De vloeistoftherapie moet vervolgd worden. Bovendien dient men Psittaciformes en Passeriformes reeds na één à twee uur recovery te voeden. Analgetica, zoals meloxicam, opiaten en lokale anesthetica, worden frequent aangewend, al dan niet in combinatie. De hech-

tingen worden zeven tot tien dagen na de operatie verwijderd.

CHEMISCHE ANTICONCEPTIVA

Oestrogeen analogen

Onder de vorm van grit kan 3-methyletherethinylestradiol of kortweg mestranol, een synthetisch oestrogeen dat als humaan anticonceptivum toegepast wordt, in continue dagelijkse doses toegediend worden aan duiven (Sturtevant, 1970). Door het overazen van mestranol bevattende kropmelk aan duivenjongen kan zelfs een permanente sterilisatie van de dieren bekomen worden. Door een embryonale blootstelling van Japanse kwartels (*Coturnix coturnix japonica*) aan ethinylestradiol ontstaan structurele malformaties ter hoogte van het oviduct, waarbij het rechter Müllerse kanaal persisterend aanwezig blijft (Berg *et al.*, 2001). De blootstelling van volwassen vrouwelijke kwartels veroorzaakt een gedeeltelijke regressie van het linker-oviduct en een afname van het aantal kliercellen ter hoogte van de uterus. Naast een partiële regressie van het linkeroviduct, zou mestranol ook persistentie van het rechteroviduct, de inhibitie van de eileg, de productie van schaalloze eieren en buikleg (vermoedelijk door de malformatie van het linkeroviduct) teweegbrengen (Rissman *et al.*, 1984). Indien synthetische oestrogenen, zoals ethinylestradiol (EE2) of diethylstilbestrol (DES), ter hoogte van de dooier geïnjecteerd worden bij mannelijke embryo's, ziet men een verminderd mannelijk gedrag en een toename in asymmetrie tussen beide testes eens de dieren een volwassen leeftijd bereikt hebben (Halldin, 2005). Ook bepaalde polluenten, zoals bisfenol-A (BPA), dat in polycarbonaat plastic voorkomt, en dichlorodifenyldichloroethaan (DDT), een vetoplosbaar organochloor pesticide, kunnen binden op oestrogeenreceptoren. Bij mannelijke dieren zou de opname van DDT een verminderd seksueel gedrag, een gedeeltelijke regressie van de cloacale klier en een daling van het plasmatestosteron teweegbrengen. Bij vrouwelijke dieren wordt de distributie van het carboanhydrase naar de uterus of schaalklier onderbroken en worden een verkorting van het linker-oviduct, een persisterend rechteroviduct en een verminderde eileg beschreven.

Progesteronanalogen

Bij zoogdieren wordt door de toediening van progestagenen een suppressie van de FSH- en LH- secretie ter hoogte van de hypofyse bekomen (Concannon en Meyers-Walden, 1991). Hierdoor wordt de ovariële cyclus stopgezet. Medroxyprogesteron, een synthetisch progestageen dat zijn gebruik vindt in de humane gynaecologie, werd ook bij gezelschapsvogels enige tijd gebruikt (Mans en Taylor, 2008). Het depotpreparaat (Depo-Provera®, Up-john Co., Kalamazoo, MI, USA) veroorzaakt een folliculaire atresie, waardoor gedurende twee weken tot enkele maanden de eileg gestopt wordt (Pollock en Orosz, 2002). Een ab-

normale gewichtstoename, hepatische lipidose, trombo-embolie, lethargie, polyurie en polydipsie, diabetes mellitus, immunosuppressie, cirrose en dysplasie van het oviduct behoren tot de mogelijke nevenwerkingen, waardoor het product ondertussen minder frequent gebruikt wordt (Joyner, 1994; Pollock en Orosz, 2002). Levonorgestrel (Sigma chemical, St. Louis, MO, USA), een recenter progestageen dat als humaan anticonceptivum aangewend wordt, gaf een anovulatoire periode van gemiddeld 67 dagen bij Japanse kwartels (*Coturnix coturnix japonica*) (Tell *et al.*, 1999). Als mogelijke nevenwerkingen van levonorgestrel worden een sterke toename van het lichaamsgewicht, hepatische lipidose en diabetes mellitus vermeld (Pollock en Orosz, 2002). Deze nevenwerkingen werden echter niet waargenomen na de toediening van dit progestageen aan Japanse kwartels. Aangezien er geen studies voorhanden zijn van het gebruik van levonorgestrel bij andere vogelspecies is het niet raadzaam vogels ermee te behandelen.

Luteïniserend hormoonanalogen

Het humaan *chorionic gonadotropin* (hCG-Pregnyl®, Organon, Inc., West Orange, NJ, USA) is een LH-agonist die bij hoge doses een inhiberend effect heeft op het GnRH en LH (Pollock en Orosz, 2002). Aangezien er een stijging volgt van het progesterongehalte, worden ook de kleine progesteronpiekjes geïnhibeed, waardoor er geen preovulatoire LH-piek ontstaat. Indien het hCG aangewend wordt vóór de stijging van het oestrogeengehalte, kan ovulatie verhinderd worden. Indien de oestrogeenconcentratie echter reeds is toegenomen (en de follikelrijping is aangevat), induceert men door de toediening van hCG net de ovulatie. Dystocie, chronische eileg en persisterende ovariële cysten vormen de voornaamste klinische indicaties om hCG aan te wenden. Voorlopig werden geen nevenwerkingen gemeld bij vogels, maar bij langdurig of herhaaldelijk gebruik van hCG blijken de aandoeningen refractair aan therapie. Aangezien het product als veilig beschouwd wordt, wordt het vaak aangewend.

GnRH-analogen

GnRH-agonisten onderdrukken de hypofyse, waardoor bij mannelijke dieren de spermatogenese en de testosteronproductie geïnhibeed worden en bij vrouwelijke dieren de oestrus stopgezet wordt (kort na de toediening kan er een tijdelijke oestruspiek ontstaan) (Bertschinger *et al.*, 2001). Een injectie met het depotproduct leuprolide acetaat (Lupron Depot®, TAP Pharmaceuticals, Inc., Deerfield, IL, USA) geeft tot een maand lang een GnRH-analoog vrij, waardoor (via downregulatie van de GnRH-receptoren en LH en FSH geïnhibeed wordt (Mans en Taylor, 2008). Alhoewel in studies met Psittaciformes de eileg stopgezet werd na de toediening van het depotpreparaat, werd bij de duiven geen of slechts een zwakke antigonadotrope respons beschreven (Bowles, 2001; De Wit *et al.*, 2004; Zan-

top, 2000). Het preparaat wordt ondermeer aangewend bij chronische eileg, persisterende ovariële cysten, ovarium- en testistumoren en cloacaprolaps (Nemetz, 2010; Pollock en Orosz, 2002). De dosis en het dosis-interval verschillen naargelang de aandoening en per individu (Mitchell, 2005). Om de dosis te evalueren gaat men de aanwezigheid van nestgedrag na, evenals veranderingen in lichaamsgewicht (die gecorreleerd kunnen zijn met wijzigingen in de grootte en activiteit van de geslachtstractus) en klinisch relevante symptomen. Bovendien wijzen ook lipemie, hyperkeratose van de washuid en hyperostose van de lange beenderen op een ovariële activiteit (Nemetz, 2010). Voorlopig worden geen significante neveneffecten gemeld, waardoor dit geneesmiddel bij verschillende auteurs de voorkeur geniet (Millam, 1999; Pollock en Orosz, 2002). Deslorelin, een GnRH-depot implantaat (Suprelorin®, Peptech Animal Health Pty Limited, Australië), werd reeds bij verschillende psittacine en niet-psittacine vogelspecies toegepast. Deslorelin zou zijn toepassing vinden bij de behandeling van verenpikken, agressief gedrag en chronische eileg, zonder enige nevenwerkingen te hebben. Verder onderzoek is nodig ter bevestiging.

Cholesterolinhibitie

20.25-Diazacholesterol (DiazaCon™) werd tot 1993 frequent aangewend als pesticide tegen wilde duiven (Yoder *et al.*, 2005). Na de toediening ervan aan Japanse kwartels (*Coturnix coturnix japonica*) bleken de plasmatestosteron concentraties bij de mannelijke dieren gedaald en was de progesteronconcentratie bij vrouwelijke dieren gereduceerd (Yoder *et al.*, 2004). Diazacon inhibeert de synthese van cholesterol, dat op zijn beurt ondermeer de basis vormt voor de productie van de gonadale sekssteroiden (Yoder *et al.*, 2005). Naast een interferentie met de steroidsynthese ontstaan na de toediening van hoge doses ook atrofie van de cellen van Leydig en een inhibitie van de meiose van de spermatocyten (Lofts *et al.*, 1968). Aangezien de celmembranen voor een groot deel uit cholesterol opgebouwd worden, kan het gebruik van cholesterolinhibitoren ernstige nevenwerkingen, zoals beven, braken en achterhandsparalyse en zelfs mortaliteit veroorzaken.

Nicarbazine

Nicarbazine (NCZ), een coccidiostaticum dat al tientallen jaren aangewend wordt bij vleeskippen, reduceert zowel het gewicht van de eieren als het uitkippercentage bij ondermeer Canadese ganzen (*Branta canadensis*) en duiven (*Columba livia*) (Yoder *et al.*, 2006). Het exacte moleculaire mechanisme is nog niet bekend, maar het veroorzaakt waarschijnlijk een voortijdige afbraak van *very low density lipoproteins* (VLDL) en een verminderde afzetting van lipiden ter hoogte van de dooier. Hierdoor gaat de integriteit van de vitelliene membraan verloren, waarna het albumen met de dooier vervloeit (Chapman, 1994).

BESLUIT

Anticonceptie vindt steeds vaker haar toepassing bij vogels van beide geslachten doordat voortplantingspathologieën frequenter worden gediagnosticeerd. De keuze van behandeling gebeurt aan de hand van een volledige screening van de patiënt en is afhankelijk van de klinische aandoening, de motivatie van de eigenaar, het species en de chirurgische of laparoscopische ervaring van de dierenarts. Van alle hormonale anticonceptiemiddelen wordt leuprolide-acetaat het meest aangewend en wordt het beschouwd als het veiligste op lange termijn. Een nauwgezette opvolging van de patiënt blijft evenwel een vereiste. Alhoewel men met deze hormonale geneesmiddelen goede resultaten kan verkrijgen, is een chirurgische ingreep in sommige gevallen noodzakelijk. Dankzij de toenemende specialisatie in de kleine huisdierenpraktijk worden deze chirurgische en laparoscopische ingrepen bij vogels steeds vaker uitgevoerd. Bovendien zouden deze op lange termijn een lagere kostprijs inhouden dan de herhaaldelijke hormonale therapieën. Ovariëctomie is een moeilijke en risicovolle ingreep, waardoor deze wordt voorbehouden voor ovariumtumoren, chronische cysten, oöforitis en elke andere levensbedreigende voortplantingspathologie die niet op conservatieve wijze behandeld kan worden. De voornaamste indicatie voor salpingohysterectomie is het overmatig leggen van eieren al dan niet met secundaire complicaties. Salpingohysterectomie wordt veelal gecombineerd met een hormonaal geneesmiddel om de ovariële activiteit te onderdrukken. Bij valkparkieten (*Nymphicus hollandicus*) is evenwel gebleken dat door het verwijderen van infundibulum tot uterus de ovariële activiteit gestopt wordt. Vasectomie wordt minder frequent uitgevoerd en vindt haar toepassing in het verkrijgen van teasermannetjes. Om testistumoren en orchitis refractair aan conservatieve therapie te behandelen, kan een castratie worden uitgevoerd. Bij industrieel pluimvee wordt castratie (het kapoeneren) uitgevoerd om een hogere karkaswaarde te bekomen. Het slagen van elk van deze behandelingen hangt nauw samen met de aanpassing en verrijking van de omgeving. De dierenarts speelt een grote rol in het sensibiliseren van vogelegeenaars voor voortplantingsstoornissen en in het nemen van preventiemaatregelen, zoals de aanpassing van de voeding, lichtduur en -sterkte en eventueel contact met een partner.

DANKWOORD

De auteurs wensen Dr. Brian Speer en het team van het Medical Center for Birds, Oakley, CA oprecht te bedanken voor het delen van hun kennis, suggesties en ervaringen met de chirurgische technieken.

REFERENTIES

Antinoff N, Rosenthal K (2010). Controversies in Avian Medicine. In: *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians, San Diego, CA*, p. 59-63.
Ashizawa K, Maeda S, Okauchi K (1989). The mechanisms

of reversible immobilization of fowl spermatozoa at body temperature. *Journal of Reproduction and Fertility* 86, p. 271-276.
Berg C, Holm L, Brandt I, Brunström B (2001). Anatomical and histological changes in the oviducts of Japanese quail, *Coturnix japonica*, after embryonic exposure to ethynylloestradiol. *Reproduction* 121, p. 155-165.
Bertschinger HJ, Asa CS, Calle PP, Long JA, Bauman K, DeMatteo K (2001). Control of reproduction and sex related behaviour in exotic wild carnivores with the GnRH analogue deslorelin: preliminary observations. *Journal of Reproduction and Fertility* 57, p. 275-83.
Bowles HL (2001). Diagnosis and management of female avian reproductive diseases. *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians, Orlando, FL*, p. 349-357.
Bowles HL (2006). Evaluating and treating the reproductive system. In: Harrison GJ, Lightfoot TL (editors). *Clinical avian medicine*, vol. 2, Spix Publishing, Palm Beach, FL, p. 519-540.
Brennan PLR, Birkhead TR, Zyskowski K, van der Waag J, Prum RO (2008). Independent evolutionary reductions of the phallus in basal birds. *Journal of Avian Biology* 39, p. 487-492.
Canny CJ, Pollock CG (2000). Avian Endocrinology. In: Olsen GH, Orosz SE (editors). *Manual of Avian Medicine*, Mosby Inc., St. Louis, Missouri, p. 313-359.
Chapman DH (1994). A review of the biological activity of the anticoccidial drug nicarbazin and its application for the control of coccidiosis in poultry. *Poultry Sciences Reviews* 5, p.231-243.
Concannon PW, Meyers-Walden VN (1991). Current and proposed methods for contraception and termination of pregnancy in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 198, p. 1214-1225.
Crosta L, Gerlach H, Bürkle M, Timossi L (2003). Physiology, diagnosis and diseases of the avian reproductive tract. *The veterinary clinics of North America. Exotic Animal Practice* 6, p. 57-83.
De Wit M, Westerhof I, Pefold LM (2004). Effect of leuprolide acetate on avian reproduction. In: *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians, New Orleans, LA*, p. 73-4.
Divers SJ (2010). Avian endosurgery. *The Veterinary Clinics for Exotic Animals* 13, p. 203-216.
Echols S (2002). Surgery of the avian reproductive tract. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 11, p. 177-195.
Friedlander RC, Olson LD, McCune EL (1992). Histologic pattern of testicular regrowths in caponized tom turkeys. *Avian Diseases* 36, 101-107.
Hadley TL (2010). Management of common psittacine reproductive disorders in clinical practice. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 13, p. 429-438.
Halldin K (2005). Impact of endocrine disrupting chemicals on reproduction in Japanese quail. *Domestic Animal Endocrinology* 29, p. 420-429.
Hernandez-Divers SJ, Stahl SJ, Wilson GH, McBride M, Hernandez-Divers SM, Cooper T, Stedman N (2007). Endoscopic orchidectomy and salpingohysterectomy of pigeons (*Columba livia*): an avian model for minimally invasive endosurgery. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 21, p. 22-37.
Johnson AL (2000). Reproduction in the female. In: Witthow GC (editor). *Sturkie's Avian Physiology*. 5th Ed., Academic Press, San Diego. p. 569-96.
Joyner KL (1994). Theriogenology. In: Ritchie BR, Harrison GJ, Harrison LR (editors). *Avian Medicine: Principles*

- and Application, Wingers Publishing, Lake Worth, FL. p. 748–804.
- Kirby JD, Froman DP (2000). Reproduction in male birds. In: Witthow GC (editor). *Sturkie's Avian Physiology*. 5th Ed., Academic Press, San Diego, p. 597–615.
- Lofts B, Murton RK, Thearle RJP (1968). The effects of 22,25-Diazacholesterol dihydrochloride on the pigeon testis and on reproductive behavior. *Journal of Reproduction and Fertility* 15, p. 145–148.
- Mans C, Taylor WM (2008). Update on neuroendocrine regulation and medical intervention of reproduction in birds. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 11, p. 83–105.
- Millam JR (1999). Reproductive management of captive parrots. *Veterinary clinics of North America: Exotic Animal Practices* 2, p. 93–110.
- Mitchell M (2005). Leuprolide acetate. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 14, p. 153–155.
- Nakabayashi O, Kikuchi H, Kikuchi T, Mizuno S (1998). Differential expression of genes for aromatase and estrogen receptor during the gonadal development in chicken embryos. *Journal of Molecular Endocrinology* 20, p. 193–202.
- Nemetz L (2010). Leuprolide Acetate Control of Ovarian Carcinoma in a Cockatiel (*Nymphicus hollandicus*). In: *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians*, San Diego, CA, p. 333–338.
- Olsen JH (1994). Anseriformes. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR (editors). *Avian Medicine: Principles and Application*. Wingers Publishing, Lake Worth, FL, p. 1237–1275.
- Ottinger MA, Bakst MR (1995). Endocrinology of the avian reproductive system. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 9, p. 242–250.
- Ottinger MA, Wu J, Pelican K (2002). Neuroendocrine regulation of reproduction in birds and clinical applications of GnRH analogues in birds and mammals. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 11, p. 71–79.
- Pollock CG, Orosz SE (2002). Avian reproductive anatomy, physiology and endocrinology. *The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 5, p. 441–474.
- Ramachandran AV, Patel MM, Patel CS (1995). Effects of pineal indoles and parachlorophenylalanine on seasonal reproduction in the pigeon. *The Journal of Experimental Biology* 199, p. 793–800.
- Rissman EF, Ascenzi M, Johnson P, Adkins-Regan E (1984). Effect of embryonic treatment with oestradiol benzoate on reproductive morphology, ovulation and oviposition and plasma LH concentrations in female quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Reproduction and Fertility* 71, p. 411–417.
- Samour JH en Markham JA (1987). Vasectomy in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Veterinary Records* 120, p. 115.
- Samour J (2010). Vasectomy in birds: a review. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 24, p. 169–173.
- Scanes CG (2000) Introduction to endocrinology: pituitary gland. In: Witthow GC (editor). *Sturkie's Avian Physiology*. 5th Ed., Academic Press, San Diego, p. 437–60.
- Sturtevant J (1970). Pigeon control by chemosterilization: population model from laboratory results. *Science* 170, p. 322–324.
- Smith JT, Clarke IJ (2010). Gonadotropin inhibitory hormone function in mammals. *Trends in Endocrinology and Metabolism* 21, p. 255–260.
- Tell L, Shukla A, Munson L (1999). A comparison of the effects of slow release, injectable Levonorgestrel and depot medroxyprogesterone acetate on egg production in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Avian Medicine and surgery* 13, p. 23–31.
- Tsutsui K, Bentley GE, Ubuka T (2007). The general and comparative biology of gonadotropin-inhibitory hormone (GnIH). *General and Comparative Endocrinology* 153, p. 365–370.
- Van Goethem B, Bosch M, Stegen L (2009). Laparoscopie in de gezelschapsdierenpraktijk, deel 1: instrumentarium en basisprincipes. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 78, p. 365–371.
- Wechsung E, Houvenaghel A (1981). Effect of arachidonic acid on oviductal pressure in the-domestic hen. *Biology of Reproduction* 24, p. 519–522.
- Yoder CA, Andelt WF, Miller LA, Johnston JJ, Goodall MJ (2004). Effectiveness of twenty, twenty-five diazacholesterol, avian gonadotropin-releasing hormone and chicken riboflavin carrier protein for inhibiting reproduction in coturnix quail. *Poultry Science* 83, p. 234–244.
- Yoder CA, Miller LA, Bynum KS (2005). Comparison of nicarbazin absorption in chickens, mallards and Canada geese. *Poultry Science* 84, p. 1491–1494.
- Yoder CA, Graham JK, Miller LA, Bynum KS, Johnston JJ, Goodall MJ (2006). Effect of method of delivering nicarbazin to mallards on plasma 4,4'-dinitrocarbanilide levels and reproduction. *Poultry Science* 85, p. 1442–1448.
- Zantop D (2000). Using leuprolide acetate to manage common avian reproductive problems. In: *Proceedings of the Second International Conference on Exotics, Fort Lauderdale*, p. 70.