

Case Report

Penggunaan *Al Aiming Reduction Forceps* dan *Toogling Rode* yang Dimodifikasi dalam Penanganan Displasia Coxo Femoral (Hip Displasia) pada Anjing Golden Retriever

The Use of Al Aiming Reduction Forceps and Modified Toogling Rode in the Treatment of Coxo Femoral Displacement (Hip Displacement) in Golden Retriever Dog

Dhirgo Adji, Aria Aji Brameswara

Departemen Ilmu Bedah dan Radiologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Fauna No 2, Karangmalang, Yogyakarta 55281.

*Email: dhirgo.aji@ugm.ac.id

Naskah diterima: 22 Desember 2022 direvisi: 3 Juli 2023 disetujui: 3 Juli 2023

Abstract

Surgical treatment of coxo-femoral dysplasia (CFD) or commonly known as Hip dysplasia is quite difficult. The use of *al aiming reduction forceps* in the installation of *toogling rode* is an alternative method that can be further developed for handling CFD without osteotomy of the femoral head (FHO). The combination among good action, appropriate treatment and rehabilitation therapy could be ideal step for better recovery of patients with CFD. Complete recovery in this case occurred at 4 months postoperatively, and the dog is currently in normal condition, able to stand and walk very well.

Keywords: CFD, *al aiming reduction forceps*, *toogling rode*, FHO, rehabilitation

Abstrak

Operasi penanganan displasia coxo femoral (DCF) atau lazim disebut dengan istilah Hip displasia merupakan tindakan yang cukup sulit. Penggunaan *al aiming reduction forceps* dalam pemasangan *toogling rode* merupakan suatu metoda alternatif yang bisa dikembangkan lebih lanjut untuk penanganan kasus DCF tanpa pemotongan caput femoris (FHO). Kombinasi tindakan yang baik, pengobatan yang sesuai dan terapi rehabilitasi merupakan langkah yang ideal untuk kesembuhan pasien dengan kasus DCF. Kesembuhan lengkap pada kasus ini terjadi pada bulan ke 4 pasca operasi, dan anjing saat ini dalam kondisi normal, mampu berdiri dan berjalan dengan sangat baik

Kata kunci: DCF, *al aiming reduction forceps*, *toogling rode*, FHO, rehabilitasi

Pendahuluan

Displasia coxo femoral (DCF) atau lazim disebut sebagai Hip displasia (HD) didefinisikan sebagai suatu gangguan perkembangan sendi coxofemoral (Piermattei *et al.*, 2006) dan terjadi mayoritas pada anjing. Penyebab utama terjadinya DCF atau HD kelainan secara genetik atau perolehan akibat

trauma (Henrichson *et al.*, 1966). Displasia coxo femoral (HD) karena faktor genetik pada awalnya tampak normal saat lahir, namun berkembang abnormal selama pertumbuhan. Kelemahan yang berlebihan dianggap sebagai faktor kunci yang menyebabkan subluksasio caput femoris, kelainan sendi dan abnormalitas asetabulum (Schiller, 2017). Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan beban pada

tulang rawan tidak terdistribusi secara merata sehingga terjadi abrasi tulang rawan, inflamasi dan akhirnya menyebabkan gangguan sendi degeneratif sekunder yang menimbulkan rasa nyeri dan pincang (Hummel, 2017; Piermattei *et al.*, 2006). Variasi tingkat keparahan DCF/HD dapat dinilai melalui perubahan radiografis, berupa subluksasio, deformasi sendi, dan osteoarthritis (Anderson, 2011). Displasia coxo femoral/ HD pada anjing merupakan penyakit multifaktorial yang dipicu oleh faktor genetik, lingkungan, dan mungkin epigenetik (Petazzoni *et al.*, 2022; Prostredny, 2014). Faktor penyebab genetik DCF sampai saat ini belum sepenuhnya dipahami, namun menurut penelitian, hal tersebut dianggap sebagai sifat genetik yang kompleks dengan pola pewarisan poligenik (Harper, 2017; Rawson *et al.*, 2005). Data epidemiologik menyebutkan bahwa proses pembiakan yang baik dapat mengurangi prevalensi DCF/HD. Tingkat heritabilitas DCF/HD dan respon terhadap seleksi bergantung pada ras dimana semakin tinggi heritabilitas suatu sifat, semakin besar harapan perbaikan genetik dari waktu ke waktu ketika pemuliaan selektif dilakukan (Sabiza *et al.*, 2019; Davidson and Kerwin, 2014). Prevalensi DCF/HD dilaporkan bervariasi tergantung ras dan negara asal kejadian, dimana di Perancis prevalensi antara 3,9% pada anjing Siberian Husky dan 59,7% pada anjing Cane Corso; di Amerika prevalensi mencapai 1,5% pada anjing Miniatur Schnautzer dan 35,4% pada Rotweiler; di Swiss prevalensi DCF sebesar 7% pada anjing Siberian Husky dan 69% pada anjing Gordon Setter (Berzon *et al.*, 2014). Prevalensi DCF di Swiss antara tahun 1991 dan 1994, 7% pada anjing Siberian Husky hingga 69% pada Gordon Setters (Off and Matis, 2010). Tidak ada jurnal resmi yang berhasil mendata prevalensi kejadian DCF di Indonesia, namun jumlah pasien penderita DCF cukup tinggi telah ditangani di Klinik D'Freeze, Yogyakarta, selama tahun 2017-2022 terjadi pada anjing Alaskan malamud (5 ekor), Rotweiler (4 ekor), Siberian Husky (5 ekor), German Shepherd (7 ekor), Golden Retriever (8 ekor), Corgy (2 ekor) dan Kucing (4 ekor). Dari keseluruhan pasien dengan kasus DCF, 30 ekor dengan gejala mengarah pada masalah genetik (anjing) dan 4 ekor karena kecelakaan (kucing).

Penanganan kasus DCF pada anjing dan kucing, umumnya dengan dilakukan *Femoral Head and Neck Osteotomy* (FHNO/FHO), yaitu pemotongan caput femoris untuk menghilangkan rasa nyeri akibat pergesekan caput femoris dan tulang pinggul dan dianggap sebagai standar emas (Morgan *et al.*, 2000; Henricson *et al.*, 1966). Pilihan lainnya adalah dengan *juvenile pubic symphysiodesis*, *double osteotomy* panggul atau *triple osteotomy* panggul pada anjing yang lebih muda (Smith *et al.*, 2006). Operasi FHO dilakukan dengan mengangkat caput dan cervix femoralis dengan eksisi cervix dari dasar trokanter mayor melintasi cervix dalam garis yang memotong korteks medial femur. Tujuan pembedahan ini adalah untuk membatasi kontak antara caput femur dan acetabulum sehingga memungkinkan pembentukan jaringan fibrosa padat yang mengarah ke sendi palsu atau pseudoarthrosis (Kronveit *et al.*, 2012). Teknologi mutakhir yang akhir akhir ini banyak dikehendaki oleh pemilik hewan adalah metoda Toogling Rode (pemasangan tali sintetis untuk menggantikan ligamentum asetabuler yang mengikat kaput femoris. Metoda ini meskipun masih menjadi perdebatan, namun banyak disukai oleh pemilik hewan karena tidak adanya tindakan pemotongan/ mengubah struktur anatomis persendian. Pengembalian fungsi awal sangat penting untuk mengadaptasi jaringan fibrosa yang terbentuk selama periode pasca operasi dan membangun pseudoarthrosis fungsional dengan rentang gerak yang baik (Kronveit *et al.*, 2012). Terapi fisik pasca operasi yang tepat dapat meningkatkan pemulihan (Jannuta *et al.*, 2006). Fase awal rehabilitasi pasca operasi bertujuan untuk menghilangkan rasa sakit dan bengkak, mengendalikan peradangan, dan meningkatkan regenerasi jaringan. Fase selanjutnya bertujuan untuk meningkatkan proprioepsi/ persepsi rangsangan yang berhubungan dengan posisi, postur tubuh, keseimbangan atau kondisi tubuh, beban tumpu dan mempertahankan atau meningkatkan jangkauan gerak pinggul. Fokus fase terakhir rehabilitasi adalah penguatan otot kuarter belakang (King, 2017). Beberapa penelitian telah melaporkan tingkat kepuasan pemilik yang baik atau sangat baik pada 93-96% kasus (Lafond *et al.*, 2002). Namun,

terdapat perbedaan ketika membandingkan hasil kuesioner dengan ukuran fungsional lebih objektif (Keally *et al.*, 2002). Data survey menjelaskan bahwa sebagian besar anjing yang telah menjalani operasi FHO tidak dapat berjalan normal kembali (King, 2017). Gejala yang telah dilaporkan secara tetap bertahun-tahun setelah FHO adalah pemendekan tungkai karena *malplacement* caudodorsal atau craniodorsal dari femur proksimal selama menahan beban pada 62-83% anjing (Lafond *et al.*, 2002), atrofi otot pada 50-82% anjing, rentang gerak berkurang 74% dan pincang pada 30-68% anjing (Dycus *et al.*, 2017). Posisi panggul miring dari tungkai FHO telah dilaporkan pada 38% anjing (King, 2017). Waktu kuda-kuda yang dipersingkat (Lafond *et al.*, 2002), serta penurunan kekuatan propulsi puncak dan impuls vertikal (King, 2017), dan rasa sakit yang berlanjut dan toleransi latihan yang berkurang (Maki *et al.*, 2004).

Opsi terbaru dalam penanganan DCF adalah dengan *Hip toggle with Tight Rope System* (TRS), yaitu suatu prosthesis yang dipasang sebagai pengganti ligamentum kaput femoris yang putus pada kejadian DCF/HD. Tujuan utama pemasangan *toggle pinning* ini adalah untuk mempertahankan biomekanik sendi yang normal. Beberapa kajian telah menyampaikan data evaluasi klinis TRS versus FHO dimana anjing dengan masalah DCF/ HD terbebas dari nyeri setelah evaluasi hari ke-10, namun penanganan menggunakan TRS menghasilkan nilai yang lebih baik dimana nilai lingkaran paha terbukti lebih besar pada 30, 60 dan 180 hari pasca operasi dibandingkan dengan kelompok FHO, Rentang gerak yang lebih bagus dibanding hasil operasi menggunakan FHO, tidak terjadi osteoarthritis yang diverifikasi pada evaluasi radiografis pada kelompok TRS dan stabilisasi TRS dapat dianggap sebagai alternatif yang lebih baik untuk DCF/ HD pada anjing kecil dibandingkan dengan artroplasti eksisi caput femoris. Kekambuhan terkait kegagalan jahitan merupakan komplikasi yang mungkin terkait dengan perbaikan toggle pin, namun berbagai penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan TRS sebagai stabilisator persendian coxo femoralis merupakan metoda yang efektif untuk penanganan DCF/ HD (Trostel dan Fox, 2020).

Materi dan Metode

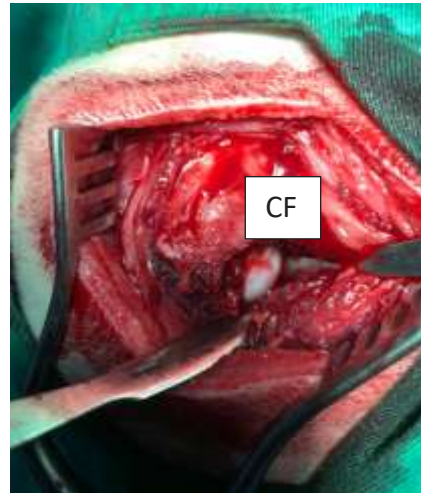
Seekor anjing Golden retriever jantan asal Kudus Jawa Tengah, usia 6 bulan dengan bobot badan 13 kg, dalam kondisi fisik sehat dan hasil pemeriksaan darah masuk dalam kriteria normal didiagnosis menderita DCF kaki kiri belakang berdasarkan hasil analisis radiografis (Gambar 1). Operasi dilakukan berdasarkan kesepakatan dengan pemilik. Induksi anestesi menggunakan Ketamin 10 mg/kg BB dan Silazin 2 mg/kg BB dan *maintenance* menggunakan isofluran pada oksigen flow rate 814, 06 ml/menit, konsentrasi 3% (Adji, 2019). *Toogling Rode* yang dimodifikasi, dibuat dari *Kirschner Wire* 0,8 mm, Plat reguler 1,5 mm, dipotong, diambil 2 lubang dan benang *polyamide nylon monofilamen* tak terserap ukuran 1-0 (Boyd Medical) digunakan sebagai tali pengikat. Operasi terbuka dilakukan melalui pendekatan cranio-lateral kiri (Gambar 2). Pemasangan *Toogling rode* dilakukan dengan bantuan *All Aiming Reduction Forceps* (BlueSAO-China) dan *Low Speed Orthopedic Drill* (MVS-Indonesia) dengan diameter drill bit 2,8 mm, yang memudahkan dalam membuat lubang pada caput femoris dan acetabulum (Gambar 3). Reposisi caput femoris kedalam acetabulum selanjutnya diperkuat dengan ikatan pada tulang femur proximal dengan dibantu plat reguler dua lubang (Gambar 4). Perawatan pasca operasi dilaksanakan dalam kandang individu. Minggu pertama difokuskan pada perawatan luka operasi, pemberian antibiotika Cefixime yang mengandung cefalosporin, 10 mg/kg BB, 2x/ hari selama 5 hari, dan analgetika tramadol (analog kodein sintetik 4-fenil-piperidin) dengan dosis 2 mg/kg BB intra vena selama 7 hari. Luka dirawat menggunakan Limoxin spray yang mengandung oksitetrasiklin 2x/ hari. Pasca kesembuhan luka, pemberian tablet MSM yang mengandung Glukosamin dan Chondroitin Sulfat sebanyak 1 tablet/ hari dan Rimadyl (Karprofen) dengan dosis 4,4 mg/kg BB.

Hasil dan Pembahasan

Pilihan menggunakan *toogling rode* pada kasus ini terutama karena permintaan pemilik yang tidak berkenan untuk dilakukan pembedahan caput dan cervix femoris (FHO) dan perhitungan bobot badan yang diperkirakan bisa tertahan



Gambar 1. Radiografi anjing sebelum operasi. Panah : Caput femoris yang keluar (DCF)



Gambar 2. Approach cranio lateral. CF:Caput femoris



Gambar 3. AL Aiming Reduction Forceps



Gambar 4. Toogling rode yang sudah terpasang (panah)



Gambar 5. Radiografi pasca operasi. Lingkaran : Toogling rode



Gambar 6. Kondisi hewan 4 bulan pasca operasi

oleh benang pengganti ligamentum caput femoris. Toogling rode/ toogle pinning fixation lazim dipergunakan untuk kasus luksasio kronis, displasia tingkat menengah atau terdapat trauma anggota gerak yang bersifat multipel (Piermattei *et al.*, 2006). Ligamentum buatan dimaksudkan untuk pengganti ligamentum caput femoris yang putus bukan dimaksudkan untuk menggantikan fungsi ligamentum asli secara utuh, namun lebih berfungsi untuk menjaga stabilitas persendian sampai dengan kerusakan jaringan lunak di area sekitar persendian coxo-femoral sembuh, maturasi jaringan parut dan reformasi kapsul sendi (Piermattei *et al.*, 2006). Menurut Piermattei *et al.* (2006), cara pemasangan toogle pin dimulai dengan pendekatan lokasi persendian melalui insisi cranio-lateral, selanjutnya toogle pin yang dibuat dengan pin stainless steel yang disambung dengan benang nylon tidak terserap kemudian diinsersikan pada lubang ukuran 2,8 mm yang dibuat dengan melubangi cortex medial acetabulum, selanjutnya ujung benang diinsersikan pada lubang yang dibuat pada sentral caput femoris dimulai dari fovea capitis sampai menembus ke trochanter mayor. Benang selanjutnya ditarik ke lateral dan diikatkan pada plat 2 lubang dan melekatkan caput femoris dengan acetabulum. Capsul sendi selanjutnya dijahit dengan jahitan sederhana tunggal menggunakan benang monofilamen terserap (PGA-ukuran 3-0). Selain alasan permintaan pemilik, pilihan tindakan dengan pemasangan TP adalah seperti yang disampaikan oleh King *et al.* (2017); Maki *et al.* (2004) dan Lafond *et al.* (2002), yang mengatakan bahwa tindakan FHO memungkinkan terjadinya efek samping seperti pemendekan tungkai, atropi otot, pincang permanen dan arthritis pada beberapa kasus setelah 1-1,5 tahun pasca FHO. Pemasangan benang dalam metoda ini adalah salah satu langkah sulit khususnya tanpa peralatan bantu. Penggunaan *AL Aiming reduction forceps* memegang peranan penting dalam penanganan metoda TP pada anjing. *Al aiming reduction forceps* sangat mudah digunakan, mampu mengurangi kolom posterior ke kolom anterior dan menjaga reduksi tetap stabil (Lins *et al.*, 2009). Selain itu, juga membantu menciptakan lubang dengan proses pengeboran dengan *drill bit* yang panjang, tepat sasaran, sehingga

dapat juga dipergunakan untuk memfasilitasi reduksi terbuka dan fiksasi internal beberapa jenis fraktur acetabular terkait, terutama untuk pasien hewan kecil. Meskipun demikian, pada fraktur lempeng segiempat kominutif atau yang memiliki impaksi pada caput acetabulum femur, klem ini tidak boleh digunakan karena kompresi menggunakan klem akan menyebabkan penyempitan atau malrotasi ujung fraktur dan akhirnya menghasilkan sambungan yang buruk (Wittek *et al.*, 2019).

Perkembangan kasus ini diamati mulai dari beberapa hari setelah operasi sampai dengan 6 bulan pasca operasi. Perkembangan awal adalah timbulnya akumulasi cairan radang selama hari ke 3 sampai hari ke 10 pasca operasi. Obat-obatan antiinflamasi-analgetika dan antibiotika merupakan obat yang dipergunakan dalam perawatan pasca operasi. Amoxicillin injeksi dengan dosis 10-25 mg/kg BB; Rimadyl, obat antiinflamatory non steroid (NSAid) dengan dosis 4 mg/Kg BB sekali sehari (Sattler *et al.*, 1981) dan pemberian salep luka Bioplasenton®, yang mengandung neomicyn dan ekstrak placenta. Bioplasenton adalah salep luka yang mengandung neomicyn sulfat 0,5% dan ekstrak plasenta 10% yang biasa digunakan untuk pengobatan luka dengan infeksi bakteri gram negatif dan memicu pembentukan jaringan baru sehingga luka akan cepat sembuh. Luka pada operasi ini sepenuhnya kering dan sembuh pada hari ke 14, menurut Shah dan Amini-nik (2017). Kesembuhan luka akan mengikuti fase inflamasi, proliferasi, maturasi dan remodelling yang pada umumnya berjalan antara hari ke 3-24 pasca kelukaan. Maturasi sel akan terjadi dimulai hari ke 24 hingga satu tahun setelah luka menutup (Baroroh, 2011). Berenang merupakan bagian dari terapi pada hari ke 60 pasca operasi, anjing yang sudah menunjukkan progres dalam berdiri namun masih sering diangkat dan pincang, diperbaiki kekuatan muskulturnya dengan terapi berenang. Shamsutdinova *et al.* (2021) mengatakan bahwa selama pengobatan patah tulang, dan pada pembentukan kalus tulang, terjadi atropi parsial otot tungkai, kerja alat ligamen terganggu karena adynamia yang berkepanjangan dan penurunan kekuatan daya tahan otot, koordinasi gerakan yang terganggu, yang bisa menyebabkan kontraktur,

kecenderungan untuk melukai bagian tubuh lain dan cedera berulang berulang. Terapi berenang merupakan salah satu metoda rehabilitasi yang dapat membantu memperbaiki kondisi persendian dan kelemahan yang timbul setelah cedera. Rehabilitasi dengan bantuan latihan fisik adalah serangkaian latihan yang membantu mengembalikan kemampuan gerak fisik yang hilang. Setelah latihan fisik, perubahan signifikan terjadi pada tubuh seperti proses metabolisme pada otot membaik karena peningkatan suplai oksigen dan nutrisi, sirkulasi darah di area cedera meningkat; edema berkurang, adaptasi tubuh terhadap berbagai pengaruh meningkat dan mengoptimalkan aktivitas fungsional organ dalam (Shalamova *et al.*, 2020). Obat-obatan yang dipergunakan selama fase kesembuhan pasca operasi perlu diperhatikan, terutama dalam pemilihan dan penggunaan agen antiinflamasi dan analgetika karena keawatiran terjadinya respon nyeri berkepanjangan. Tramadol adalah obat yang cocok untuk menghilangkan rasa nyeri. McMillan *et al.* (2008) mengatakan bahwa efektifitas analgesik tramadol sangat diakui dalam penggunaannya pada manusia dan telah dibuktikan sama efektifnya dengan morfin untuk menghilangkan nyeri tingkat sedang, tetapi kurang efektif untuk nyeri akut berat. Salah satu keuntungan tramadol untuk pengobatan nyeri kronis dibandingkan banyak opioid konvensional yang banyak menimbulkan efek samping. Strategi penggunaan agen antiinflamasi dalam perawatan pasca operasi orthopedi sebaiknya dihindari karena dalam berbagai uji coba dan penelitian, penggunaan baik agen antiinflamasi golongan kortikosteroid maupun NSAID bisa berpotensi menyebabkan gangguan kesembuhan luka operasi. Christina *et al.* (2015), proses kesembuhan luka selalu melibatkan proses inflamasi. Fase inflamasi akan terjadi segera setelah terjadinya luka hingga hari ketiga setelah terjadinya luka proses inflamasi diawali dengan hemostasis yang mana dalam proses ini terjadi peningkatan aktivitas berbagai *growth factor*. Jumlah leukosit pada masa inflamasi dipastikan akan meningkat sesuai dengan tugasnya dalam proses kesembuhan, namun pemberian obat-obat antiinflamasi pada periode tersebut akan menekan jumlah leukosit dan menghambat kesembuhan luka. Friedel

dan Weigelin (2008), juga mengatakan bahwa dalam proses peradangan, migrasi adalah bagian penting dari leukosit yang merupakan prasyarat untuk fungsi leukosit normal dalam proses fisiologis seperti perlindungan terhadap infeksi maupun antigen asing. Dalam kondisi patologis, leukosit menginfiltrasi jaringan yang secara lokal menghasilkan zat pro-inflamasi dan kemokin. Proses ini dikenal sebagai perekrutan leukosit. Kemampuan normal untuk bergerak aktif merupakan prasyarat penting untuk rekrutmen leukosit yang efektif dari sirkulasi mikrovaskuler, pemberian agen antiinflamasi dalam periode ini akan mencegah migrasi leukosit menuju daerah peradangan, sehingga jumlah leukosit menjadi menurun.

Kesimpulan

Metoda *toogling roe* (TP) dapat dipergunakan untuk penanganan kasus DCF dengan hasil memuaskan. Penggunaan *al aiming reduction forcep* sangat berguna untuk menempatkan benang pada posisi sentral menyerupai posisi ligamentum caput femoris operasi DCF/ Hip displasia sehingga pergerakan sendi menjadi normal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada drh. Agustina Hadisasmita yang sudah menyediakan pasien dan PT. BlueSAO-Indonesia (*Al aiming reduction Forceps*), PT MVS Indonesia (Benang monofilamen) yang sudah menyediakan keperluan peralatan dan material sehingga pelaksanaan operasi kasus ini berjalan dengan baik.

Daftar pustaka

- Adji, D. (2019). Pengantar Anestesiologi Veteriner. Penerbit Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada. ISBN 978-623-7068-01-3.
- Anderson, A. (2011). Treatment of hip dysplasia. *J. Small Anim. Pract.* 52:182–189. doi: 10.1111/j.1748-5827.2011.01049.x.
- Baroroh, D.B. (2011). Konsep Luka. Malang: Basic Nursing Department. PSIK FIKES UMM.

- Berzon, J.L., Howard, E., Covell, S.J., Trotter, E.J., Dueland, R. (1980). A retrospective study of the efficacy of femoral head and neck excisions in 94 dogs and cats. *Vet. Surg.*;9:88–92. doi: 10.1111/j.1532-950X.1980.tb01661.x.
- Christina, B.B.H., B., Fransisca, K., Kristine, Caroline, dan Sudiono, J. 2015. Peran Monosit (Makrofag) Pada Proses Angiogenesis Dan Fibrosis. *Seminar Nasional Cendekiawan*. 254-259.
- Davidson, J.R., Kerwin, S. (2014). Common Orthopaedic conditions and their physical rehabilitation. In: Millis D.L., Levine D., editors. *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. 2nd ed. Elsevier; St. Louis, MO, USA: 2014. pp. 543–581.
- Dycus, D., Levine D., Marcellin-Little D.J. (2017). Physical rehabilitation for the management of canine hip dysplasia. *Vet. Clin. Small Anim.* 47:823–850. doi: 10.1016/j.cvsm.2017.02.006
- Friedl, P., Weiglin B. 2008. Interstitial Leukocyte migration and immune function. *Nat Immunol.* 9 : 960-969
- Harper, T.A.M. (2017). Femoral head and neck excision. *Vet. Clin. Small Anim.* 47:885–897. doi: 10.1016/j.cvsm.2017.03.002.
- Henricson, B., Norberg, I., Olsson, SE. (1966). On the etiology and pathogenesis of hip dysplasia: a comparative review. *J Small Anim Pract.* 7:673–88. doi: 10.1111/j.1748-5827.1966.tb04393.x
- Hummel, D. Z. (2017). Cementless total hip replacement. *Vet. Clin. Small Anim.* 47:917–934. doi: 10.1016/j.cvsm.2017.02.004.
- Janutta, V., Hamann, H. (2006). Complex segregation analysis of canine hip dysplasia in German shepherd dogs. *Heredity.* 97:13–20. doi: 10.1093/jhered/esi128
- Kealy, R.D., Lawler, D.F., Ballam, J.M., Mantz, S.L., Biery, D.N., Greeley, E.H., Lust, G., Segre, M., Smith, G.K., Stowe, H.D. (2002). Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. *J. Am. Veter Med. Assoc.* 220, 1315–1320.
- King, M.D. (2017). Etiopathogenesis of canine hip dysplasia, prevalence and genetics. *Vet Clin N Am Small Anim Pract.* 47:753–67. doi: 10.1016/j.cvsm.2017.03.001
- Krontveit, R.I., Nodtvedt, A., Saevik, B.K., Ropstad, E., Trangerud, C. (2012). Housing and exercise related risk factors associated with the development of hip dysplasia as determined by radiographic evaluation in a prospective cohort of Newfoundlands, Labrador Retrievers, Leonbergers, and Irish Wolfhounds in Norway. *Am J Vet Res.* 73:838–46. doi: 10.2460/ajvr.73.6.838
- Lafond, E., Breur, G.J., Austin, C.C. (2002). Breed Susceptibility for Developmental Orthopedic Diseases in Dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 38, 467–477.
- Lins, B.T., Selmi, A.L., Souza, S.S., Custodio, P. (2009). Toggle Pin Versus Femoral Head and Neck Osteotomy For Treatment of Hip Luxation in Small Breed Dogs. World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings. Sao Paulo, Brazil
- Maki, K., Janss, L.L.G., Groen, A.F., Liinamo, A.E., Ojala, M. (2004). An indication of major genes affectin hip and elbow dysplasia in four Finnish dog populations. *Heredity.* 92:402–8. doi: 10.1038/sj.hdy.6800434
- McMillan, C.J., Livingston, A., Clark, C.R., Dowling, P.M., Taylor, S.M., Duke, T., Terlinden, R. (2008). Pharmacokinetics of intravenous tramadol in dogs. *Can. J. Vet. Res.* 72(4) 325-331.
- Morgan, J.P., Wind, A., Davidson, A.P. (2000). Hip dysplasia. In: Morgan J.P., Wind, A., Davidson, A.P., ed. *Hereditary Bone and Joint Disease in the Dog*. Hanover: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH .p. 109–208.
- Off W., Matis, U. (2010). Excision arthroplasty of the hip joint in dogs and cats. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 2010;5:297–305.
- Petazzoni M., Tamburro R. (2022). Clinical outcomes of double pelvic osteotomies

- in eight dogs with hip dysplasia aged 10–28 months. *Vet. Surg.* 51:320–329. doi: 10.1111/vsu.13737.
- Piermattei D.L., Flo G.L., DeCamp C.E. (2006). *Handbook of Small Animal Orthopaedics and Fracture Repair*. 4th ed. Elsevier; St. Louis, MO, USA. Chapter 16; pp. 461–511.
- Prostredny, J.M. (2014). Excision arthroplasty of the femoral head and neck. In: Bojrab A.J., Waldron D.R., Toomb J.P., editors. *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 5th ed. Teton New Media; Jackson, WY, USA. pp. 1048–1052.
- Rawson E.A., Aronsohn M.G., Burk, R.L. (2005). Simultaneous bilateral femoral head and neck ostectomy for the treatment of canine hip dysplasia. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc* 41:166–170. doi: 10.5326/0410166.
- Sabiza, S., Ronagh, A., Khajeh, A. (2019). Effective medical management and physiotherapy program of femoral head and neck ostectomy in 24 dogs and cats; clinical report. *Iran. J. Vet. Surg.* 14:78–83.
- Sattler, F.P., Knowles, R.P., Whittick, W.G. (1981). *Veterinary Critical Care*. Lea and Febiger, Philadelphia, pp 516,517.
- Schiller, T.D. (2017). BioMedtrix total hip replacement systems: An overview. *Vet. Clin. Small Anim.* 47:899–916. doi: 10.1016/j.cvsm.2017.03.005.
- Shah, A., Amini-Nik, S. (2017). Review : the role of phytochemicals in the inflammatory phase of healing, *International Journal of Molecular Sciences*. 18(1068):1-17.
- Shalamova, G.G., E.V. Smelkova, Salieva, A.A. (2020). *Scientific Notes of the KGAVM*. 244. 243-247.
- Shamsutdinova, N.V., Shalamova, G.G., Smelkova, E.V., R.M. Papaev, Kasanova, N.R. (2021). Post traumatic rehabilitation of dogs after limb fractures with correction of vitamin and mineral metabolism. *E3S Web of Conferences* 254, 09021. FARBA 2021 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125409021>.
- Smith, G.K., Paster, E.R., Powers, M.Y., Lawler, D.F., Biery, D.N., Shofer, F.S. (2006). Life long diet restriction and radiographic evidence of osteoarthritis of the hip joint in dogs. *J Am Vet Med Assoc*. 229:690–3. doi: 10.2460/javma.229.5.690
- Trostel, C.T. and Fox, D.F. (2020). Coxofemoral Joint Luxation in Dogs Treated with Toggle Rod Stabilization: A Multi-Institutional Retrospective Review with Client Survey. *J Am Anim Hosp Assoc*. 56 (2): 83-91
- Wittek K., Bockstahler B., Vannini R., Reicher B., Mucha M., Maierl, J. (2019). Treatment plans. In: Bockstahler B., editor. *Essential Facts of Physical Medicine, Rehabilitation and Sports Medicine in Companion Animals*. 1st ed. VBS GmbH; Babenhausen, Germany: pp. 375–593.