

# INVESTIGAȚIA IMAGISTICĂ ÎN ANESTEZIA REGIONALĂ ȘI MANAGEMENTUL DURERII

Cristina Berteanu, Mihai Berteanu

## IMAGISTICA ÎN DURERE

Imagistica este adesea utilă în diagnosticul și managementul durerii. Evaluarea și tratarea adecvată a pacienților implică o comunicare eficientă între radiolog și medicul curant. Radiologul recomandă tehnica cea mai adecvată, ținând cont de simptomatologie, diagnosticul prezumtiv, tipul de țesut ce urmează a fi evaluat, capacitatea pacientului de a tolera examinarea, gradul de urgență și raportul cost-beneficiu. Există o multitudine de investigații imagistice, pornind de la cele standard (radiografia, tomografia convențională, ecografiile, examenul baritat, urogramele excretorie) până la cele complexe (tomografia computerizată, RMN, medicina nucleară) sau invazive (mielografie, artrografie, angiografie). Aceste tehnici contribuie la acuratețea diagnosticului anatomic și patologic.

Durerea este cu siguranță unul din cele mai frecvente simptome întâlnite în clinică. Evaluarea completă a pacientului implică anamneza și examenul fizic care au o importanță fundamentală în selectarea investigației imagistice adecvate. În afară de stabilirea unui diagnostic corect, imagistica are un rol important în monitorizarea terapiei și a evoluției bolii.

### Cefaleea și durerea facială

Cefaleea severă cu debut brusc este evaluată cel mai eficient prin CT (1,2), pentru a exclude hemoragia subarahnoidiană sau alt tip

de hemoragie intracerebrală, drept cauză (3,5,6). În cazul cefaleei subacute și cronice investigația cea mai indicată este RMN.

Durerea facială, presupusă a fi de origine sinusală este evaluată optim prin CT, ca și fracturile de la nivelul feței. RMN este cea mai indicată în vizualizarea articulației temporomandibulare, în cazul durerii orofaciale (12,13).

### Regiunea cervicală și membrele superioare

La aceste nivele durerea poate avea cauze multiple și poate avea ca origine țesuturile moi, măduva spinării, rădăcinile nervoase, structurile musculoscheletale sau poate fi iradiată de la nivel visceral. Bolile degenerative ale coloanei cervicale și discurile herniate sau protruzionate sunt cel mai frecvent incriminate în majoritatea cazurilor, compresia radiculară ducând la apariția paresteziilor, hipotoniei și a durerii.

După radiografia inițială, RMN reprezintă tehnica de elecție în evaluarea ulterioară. Aceasta este superioară în demonstrarea atât a bolii discale și a spondilozei cervicale, cât și a metastazelor de la nivelul măduvei și canalului spinal.

Durerile articulare sunt evaluate cel mai bine tot prin RMN, precedată de o radiografie simplă. Artrografia poate fi și ea folosită singură sau în combinație cu RMN.

### Torace și abdomen

Durerea toracică și abdominală poate avea o multitudine de cauze, ca de exemplu: refluxul gastroesofagian, angina, boala ulceroasă,

pancreatita, bolile prostatei, boli renale etc. În evaluarea inițială a durerii la aceste nivele, radiografia standard poate fi avantajoasă în excluderea unor cauze, cum ar fi pneumotoraxul, pericardita, pneumoperitoneul, litiaza biliară și renală. Ulterior sunt recomandate ca investigații imagistice ecografia, CT sau examinarea gastrointestinală cu substanță de contrast.

### **Durerea lombară**

Durerea la nivelul spatelui și al membrilor inferioare are o etiologie variată. Printre cauze sunt incluse bolile degenerative ale măduvei și soldului, compresia radiculară, durerea viscerală iradiată, patologia neurală sau musculoscheletală, boli articulare, tumori de țesuturi moi.

S-a constatat că durerea de spate afectează 80% din adulți (16). CT (9), RMN (1,2,3,8,9) și mielografia (2,13,14,15) furnizează informații în evaluarea acestor pacienți. RMN este superioară CT și mielografiei în cazul bolilor degenerative ale discului intervertebral (8).

Compresia rădăcinilor nervoase sau a canalului medular de către structurile osoase este investigată cel mai bine prin CT. RMN poate fi folosită, de asemenea, în evidențierea traumatismelor spinale, fiind de elecție în evaluarea ligamentelor și a măduvei precum și a prezenței hematoamelor (20). RMN este superioară în detectarea infecțiilor de la nivelul măduvei, discurilor și corpurilor vertebrale (10) și este tehnica de elecție în evaluarea leziunilor intramedulare, intradurale - extramedulare sau extradurale (8,9).

### **Failed back surgery syndrome (FBSS)**

FBSS reprezintă persistența simptomelor la nivelul spatelui sau a membrilor inferioare, consecutiv chirurgiei lombare. În aceste cazuri, trebuie făcută o diferențiere între cauzele mecanice și nemecanice. Leziunile mecanice cum ar fi stenoza spinală, discul recurent sau instabilitatea spinală, pot cauza compresia măduvei adiacente sau a rădăcinilor nervoase și pot fi corectate prin intervenții chirurgicale suplimentare (17). Leziunile nemecanice includ fibroza epidurală, arahnoidita, durerea psihosomatică și nu pot fi rezolvate prin operație (17).

RMN cu substanță de contrast (Gadolinium) este metoda de elecție pentru evaluarea FBSS (18,19).

În ultimii ani a crescut interesul în ceea ce privește inserția percutantă a fibroscopului flexibil în canalul vertebral, în scopul obținerii de noi informații legate de anestezia spinală și epidurală, precum și ca metodă de diagnostic și tratament în cadrul sindroamelor dureroase persistente. În 1938 Pool a realizat pentru prima oară o endoscopie spinală. Tehnica a dispărut din literatură până prin anii '60-'70, când Olinger și Ohlaver au realizat un endoscop suficient de subțiere cât să treacă printr-un ac spinal de 17 Gauge (21). Studiile recente au folosit atât fibroscopice rigide (2) cât și flexibile (3,4,5).

Într-un studiu făcut pe 58 pacienți supuși neuroplastiei epidurale caudale (liza aderențelor epidurale) nu a apărut nici o complicație legată de endoscopie (7), principala reacție adversă fiind durerea reziduală la locul de inserție. După îndepărtarea aderențelor, un cateter Racz a fost inserat prin endoscop în spațiul epidural și a fost inițiat un tratament cu steroizi, anestezice locale și ser fiziologic, timp de trei zile.

### **Durerea neoplazică**

Blocul neurologic de plex celiac este folosit în terapia durerii asociate neoplasmelor abdominale. Deși în majoritatea cazurilor se poate utiliza fluoroscopia, CT asigură o vizualizare excelentă a structurilor anatomice la acest nivel. Complicațiile care pot fi evidențiate, prin folosirea CT, includ hematuria, injectarea intravasculară și pneumotoraxul. CT permite evidențierea structurilor adiacente ganglionului celiac.

## **IMAGISTICA ÎN ANESTEZIA REGIONALĂ**

### **Ultrasonografia în blocul neuraxial**

În anestezia epidurală este esențială identificarea cu acuratețe a spațiului peridural. Primele studii de succes în măsurarea ultrasonică a acestui spațiu au fost făcute în anii '80, de către

Cork (22) și Currie (23). Wallace (24) a confirmat că adâncimea la care este introdus acul poate fi dedusă din măsurătoarea ultrasonică a acesteia. Într-un studiu recent, Bonazzi și Garcia (25) au fost primii care au identificat ligamentul galben lombar. Ei au utilizat examinarea ultrasonică înainte de puncția epidurală. Această tehnică imagistică își găsește o întrebuințare aparte în obstetrică, deformări ale coloanei vertebrale (26), chirurgie spinală în antecedente, obezitate, precum și în procesul de training al rezidenților (27).

Gravidele prezintă adesea scolioză, hiperlordoză sau cifoză, obezitate și edeme, care fac dificilă identificarea reperelor anatomice; din cauza modificărilor hormonale date de sarcină, ligamentul interspinos devine mai moale și neomogen. Aceasta duce la o pierdere falsă de rezistență în momentul reperării spațiului și ulterior la malpoziționarea cateterului epidural. Un studiu făcut pe 60 gravide (28) a investigat influența alterărilor tisulare asupra tehnicii de anestezie regională. A fost scanat spațiul epidural în timpul sarcinii și după. Au fost înregistrate mărirea spațiului intervertebral L<sub>3</sub> – L<sub>4</sub> și modificările în localizarea ligamentului galben și durei mater. S-au constatat următoarele: în timpul sarcinii spațiul epidural a fost localizat mai profund iar unghiul sub care s-a practicat puncția a devenit mai ascuțit. Diametrul spațiului intervertebral L<sub>3</sub> – L<sub>4</sub> a fost mai redus. Explicația pentru aceste constatări rezidă probabil în prezența edemului și a modificărilor de țesut conjunctiv, care duc la creșterea în volum a proceselor spinoase. Astfel, la sfârșitul sarcinii, aria optimă tegumentară de puncție a fost mai mică iar canalul format de țesuturile moi dintre procesele spinoase a fost mai îngust. Prin urmare s-a redus „zona de siguranță” între perforarea ligamentului galben și puncția durală inadvertentă. Calitatea reprezentării imagistice a fost diminuată cu 50-70% în sarcină dar a fost suficientă pentru identificarea ligamentului galben și a spațiului epidural în toate cazurile.

Au existat și alte studii (29), care au încercat să coreleze adâncimea la care este reperat spațiul peridural cu caracteristicile fizice ale pacienților. Măsurarea distanței poate fi realizată și prin radiografia laterală a coloanei lombare sau CT dar acestea nu sunt indicate în sarcină.

Ultrasonografia este o tehnică eficientă în evaluarea anatomiei spinale (30) și este lipsită de efecte adverse asupra mamei și fătului.

În anestezia combinată spinală-epidurală, eșecul este cauzat de alegerea greșită a locului de puncție sau devierea axială în momentul avansării acului. În acest context a fost realizat un studiu în care să fie vizualizată în timp real manipularea acelor epidurale și spinale (31). În mod normal, când adâncimea la care se găsește spațiul epidural se determină echografic înainte de puncție, se măsoară traiectoria cea mai scurtă. Totuși această traiectorie „ideală” este rareori găsită în timpul inserării oarbe a acului. În plus, trecerea acului bont Tuohy prin țesuturi generează presiuni mari (32) și deformări ulterioare ale acestora, care duc la o creștere cu câțiva milimetri a adâncimii la care se găsește spațiul epidural, comparativ cu cel măsurat ultrasonic. Tocmai de aceea a fost propusă examinarea echografică în timp real, pentru eliminarea acestor diferențe. Acest studiu a demonstrat că supravegherea ultrasonografică în timp real a CSE duce la îmbunătățirea tehnicii prin scăderea numărului de încercări și implicit, a complicațiilor legate de acestea (infecții, hematom, leziuni neurologice), asigură informații esențiale și precise cu privire la localizarea spațiului epidural, a structurilor care îl preced și la procesul de inserare a acelor.

### **Ultrasonografia în blocurile de nervi periferici**

Folosirea pe scară largă a blocurilor periferice a dus la căutarea unor tehnici care să ghideze imagistic localizarea nervilor, astfel încât să crească rata de succes și să se reducă incidența complicațiilor.

Echografia pare a fi cea mai adecvată în acest sens, principalul avantaj fiind examinarea anatomică a zonei de interes în timp real.(33) De asemenea, permite vizualizarea structurilor neurale și a țesuturilor de vecinătate, inserarea acului și răspândirea substanței anestezice.(34)

În cadrul blocurilor periferice ghidate ultrasonic trebuie respectate câteva principii generale:

- Calitatea imaginilor este dependentă de calitatea echografului și a transductorilor,

selectarea adecvată a transductorului (frecvența), interpretarea pertinentă și de o bună coordonare vizuală și manuală în momentul avansării acului.

- Poziționarea optimă a pacientului.
- Localizarea nervului prin ultrasonografie poate fi combinată cu neurostimularea; tehnicile sunt complementare, echografia furnizând informații anatomice, în timp ce răspunsul motor asigură informații funcționale despre nerv.
- Există două aborduri. Primul are ca scop alinierea și deplasarea acului în axul longitudinal al transductorului, fiind indicat când este foarte importantă vizualizarea permanentă a vârfului acului (ex.: blocul supraclavicular, în scopul evitării puncției pleurale accidentale). Al doilea abord plasează acul perpendicular pe probă. În acest caz imaginea echografică captează o vedere transversală a acului, evidențiat pe ecran ca un „punct” hiperecogen. Acest abord este folosit în special în plasarea unui cateter de-a lungul nervului.

Există câteva studii legate de folosirea ultrasonografiei în blocurile de nervi periferici. Nici unul însă nu a examinat impactul acestei tehnici asupra injuriei nervoase. Marhoffer et al. (35) au demonstrat beneficiul abordării ultrasonice (US) a blocului „3 în 1”, comparativ cu folosirea nerustimulatorului (NS). Blocul senzitiv s-a instalat mai rapid în grupul US, față de NS (US 16±14min, NS 27±16min) iar calitatea acestuia a fost semnificativ mai bună în grupul US (15±10% din valoarea inițială, NS 27±14%). S-a constatat o analgezie bună la 95% din pacienții aparținând grupului US și la 85% din grupul NS. Vizualizarea vârfului acului, nervului femural, vaselor mari și a difuzării anesteziului local a fost posibilă la 85% din pacienți. Morbiditatea asociată s-a înregistrat decât în grupul NS (puncție arterială accidentală în 3 cazuri). Într-un alt studiu s-a constatat că folosirea US duce la scăderea cantității de anestezie, comparativ cu tehnica NS.(36) Autorii au concluzionat că blocul „3 în 1” ghidat US are un debut rapid, o calitate îmbunătățită a blocului senzitiv și un risc scăzut de complicații asociate.

Williams et al. au demonstrat că folosirea US crește calitatea blocului supraclavicular (37).

## **Regiunea interscalenică**

La acest nivel, rădăcinile plexului brahial sunt localizate între mușchii scalen anterior și median. Aceștia sunt vizualizați cel mai bine din partea laterală a gâtului, într-un plan oblic axial. Superficial se identifică sternocleidomastoidianul iar în profunzime groapa interscalenică, în care se observă rădăcinile nervoase (38). Acestea apar hipocogene iar mai profund față de acest plan, se găsesc artera și vena vertebrală în vecinătatea procesului transvers. Carotida și jugulara internă se identifică medial.

## **Regiunea supraclaviculară**

Artera subclavie este cel mai proeminent reper, identificat superior de prima coastă. Trunchiurile nervoase la acest nivel se găsesc într-o teacă unică, lateral și cranial față de artera subclavie. Sub prima coastă în profunzime, se vizualizează pleura și vârful plămânului.

## **Regiunea infraclaviculară**

La acest nivel, componentele plexului brahial se găsesc între pectoralul mare și pectoralul mic. Pot fi vizualizate optim în plan parasagital, medial de procesul coracoid. Trunchiurile apar hiperecogene, cel lateral fiind situat cranial față de arteră, cel medial apare deseori între arteră și venă iar cel posterior este localizat în spatele arterei.

## **Regiunea axilară**

În axilă și partea superioară a brațului, mănunchiul neurovascular este localizat în șanțul bicipital, care separă mușchii flexori de extensori. La acest nivel, ramurile terminale ale plexului (nervii musculocutan, median, ulnar și radial) se găsesc superficial, de obicei la 1-2cm sub piele. De aceea se recomandă un transductor linear. Pentru a obține o secțiune transversală a mănunchiului neurovascular, cu brațul în abducție la 90° și antebrațul flectat, proba trebuie poziționată perpendicular pe axul lung al brațului, cât mai aproape posibil de axilă. Nervii din axilă au o formă rotundă spre ovală și sunt hipocogeni cu

zone interne hiperecogene. În această zonă medianul și ulnarul sunt lateral și respectiv medial de arteră. Radialul, de obicei, se găsește posterior sau posteromedial de arteră (39). Musculocutanul apare hiperecogen, între biceps și coracobrahial. S-a demonstrat că rata de succes a blocului axilar depinde de injectarea separată, în jurul fiecărui nerv a anestezicului, deoarece difuzarea substanței poate fi împiedicată de septurile existente la acest nivel, vizualizate sonografic (40).

### **Plexul lombar**

Vizualizarea sonografică a plexului lombar în regiunea paravertebrală este dificilă din cauza localizării sale în profunzime. Transductorul este plasat longitudinal, în plan parasagital, la aproximativ 3 cm de linia mediană, pentru a localiza procesele transverse lombare. În imaginea axială se identifică mușchii dreپți spinali, lateral de procesul spinos și pătratul lombar. Mușchiul psoas se găsește profund și anterior față de acești mușchi și este adiacent corpurilor vertebrale și discurilor intervertebrale. Studii anatomice au demonstrat că plexul lombar este situat, cel mai adesea, între 1/3 posterioară și 2/3 anterioare ale psoasului. Distanța medie de la piele la plex este de 5-6cm (41). Din acest motiv, se recomandă ca anestezicul să fie injectat în 1/3 posterioară a mușchiului. Echografia identifică de asemenea și polul inferior al rinichiului, evitând astfel apariția unui hematom renal, ca urmare a unei puncționări inadvertente (42).

Nervul femural poate fi ușor vizualizat în regiunea inghinală, lateral de vasele femurale.

Nervul sciatic este dificil de identificat în regiunea fesieră. Mai jos, în regiunea subgluteală, nervul este localizat mai superficial, de obicei la 5 cm sub piele. El apare hiperecogen, la jumătatea distanței dintre marele trohanter și tuberozitatea ischiatică.

### **Tomografia computerizată și rezonanța magnetică în anestezia regională**

Una din cele mai recente aplicații ale CT este studiul dinamic al difuziunii anestezicului local, după realizarea blocului nervos.

### ***Blocul femural continuu***

Tehnicile regionale asigură o bună analgezie postoperatorie și recuperarea rapidă a pacientului. Există studii care au demonstrat, în cazul protezei de genunchi, superioritatea blocului „3 în 1” comparativ cu tehnicile neuraxiale (43). Gautier a făcut observații, bazate pe imagini RMN, cu privire la difuzarea substanței anestezice, după injectarea pe cateter femural. Anestezia evită injectarea subinghinală distală (44) iar în prezent se preferă introducerea cateterului mai cranial pentru a atinge nivelul promontoriului, ultimul punct de convergență a nervilor obturator și femural cu plexul lombosacrat (45,46,47) Odată ce cateterul este inserat, se așteaptă ca un volum suficient să umple „spațiul femural extins” și să asigure o analgezie adecvată. Totuși studiul RMN arată că lucrurile nu sunt atât de simple. În primul rând, cateterele sunt introduse către marginea crestei ilice, mult mai departe de aria femurală. În al doilea rând, psoasul reprezintă o barieră în difuziunea anestezicului spre nervii femural, obturator și plexul lombosacrat. Tendința naturală a cateterului este de a ascensiona pe partea anterioară a mușchiului. Aceasta denotă că în majoritatea cazurilor, anestezicul trebuie să difuzeze în jurul acestui mușchi. Studiul a demonstrat că poziția finală a cateterului poate fi cel mai bine prevăzută atunci când cateterul este introdus 5-8cm.

### ***Blocul continuu de plex lombar (48)***

Gaertner et al. au evaluat beneficiul opacifierii cateterului (49). Studiul a inclus 169 pacienți la care s-a practicat bloc continuu de plex lombar, prin abord posterior. Fiecare cateter a fost verificat radiografic, folosindu-se 10ml substanță de contrast. Difuziunea epidurală a substanței a apărut la 3 pacienți (1,8%). Doar un singur pacient a prezentat simptome care relevau difuziunea epidurală a anestezicului. S-a folosit, de asemenea, scanarea CT pentru a studia răspândirea substanței anestezice în interiorul psoasului. S-a demonstrat că difuziunea anterioară a anestezicului local poate fi răspunzătoare pentru o analgezie inefficientă.

### ***Blocul interscalenic continuu***

Pentru o inserare mai ușoară a cateterului Boezart a descris un abord mai tangențial la acest nivel (50).

Gautier a condus un studiu care a evaluat difuziunea substanței de contrast, după injectarea pe cateterul interscalenic, utilizându-se imagini CT. După obținerea unui răspuns motor optim, cateterul a fost introdus prin acul de neurostimulare, nu mai mult de 1cm peste vârful acului, fiind imobilizat apoi la piele. S-au constatat următoarele: vârful cateterului a fost poziționat la mijlocul vertebrei C<sub>7</sub>; în majoritatea cazurilor extensia cervicală a cuprins 3-4 nivele; extensia caudală sub claviculă, a apărut în 20% din cazuri. Difuziunea centrifugă apare ca o regulă generală, în timp ce substanța de contrast a fost găsită în fața scalenului anterior, aceasta fiind cauza parezei parțiale de frenic și de nerv recurent. Difuziunea substanței în groapa interscalenică a fost cuantificată ca superficială, parțială sau completă. Difuziunea completă a fost întâlnită la 26% din pacienți.

### Imagistica în complicațiile anesteziei regionale

CT și RMN sunt de o importanță majoră în diagnosticarea complicațiilor neurologice apărute în anestezia regională. Aceste tehnici imagistice fac posibilă evidențierea rapidă a abceselor și hematoamelor epidurale, a leziunilor de măduvă sau iritațiilor radiculare.

RMN vizualizează măduva, leziunile din canalul spinal (51) și conținutul fizic intraspinal. Au fost făcute studii care să demonstreze eficacitatea RMN în evidențierea scurgerilor de LCR la pacienții cu cefalee postpunție durală precum și difuzia și localizarea plombajului sanguin, în spațiul epidural (52,53). Imaginile RMN arată blood patch ca o colecție extradurală întinsă pe o distanță de 4-6 spații intervertebrale.

Investigațiile imagistice permit inițierea unor acțiuni corective, în timp util și stoparea evoluției complicațiilor neurologice.

### BIBLIOGRAFIE

1. ATLAS, S.W.: *Magnetic resonance imaging of the brain and spine*. New York. Raven Press, 1991
2. GROSSMAN, R.I.; YOUSSEN, D.M.: *Neuroradiology: the requisites*. St Louis. Mosby-Year Book, 1994

3. OSBRONE, A.G.: *Diagnostic neuroradiology*, St Louis, Mosby-Year Book, 1994
4. PUTMAN, C.E.; RAVIN, C.E.: *Textbook of diagnostic imaging*, ed. 2. Philadelphia, WB Saunders 1994
5. BATNITZKY, S.; ECHARD, D.A.: *The radiology of brain tumors: general; considerations and neoplasms of the posterior fossa*. In: Morantz, R.A.; Walsh, J.W. eds: *Brain tumors: a comprehensive text*. New York, 1994, p. 213.
6. SADATO, N.; NUMAGUCHI, T.; et al.: *Bleeding in ruptured posterior fossa aneurysms: a CT study*. J. Comput. Assist. Tomor. 1991; 15:612.
7. PAKER, R.J.; BATNITZKY, S.; COHEN, M.E.: *Magnetic resonance imaging in the evaluation of intracranial tumors of childhood*. Cancer 1985; 56:1767.
8. MODIC, M.T.; MASARYK, T.J.; ROSS, J.S.: *Magnetic resonance imaging of the spine*, Chicago, Year Book Medical Publishers, 1989.
9. RAO, K.C.V.; WILLIAMS, J.P.; LEE, B.P.C.; et al.: *MRI and CT of the spine*, Baltimore, Williams & Wilkins, 1984.
10. ECKARD, D.A.; et al.: *Infection*. In Rap, K.C.V.; Williams, J.P.; Lee, B.P.C.; Sherman, J.L. ed.: *MRI and CT of the spine*, Baltimore Williams & Wilkins 1984, p. 251.
11. KATZBERG, R.W.: *Temporomandibular joint*. In: MRI of the musculoskeletal system, ed.2, New York, Raven Press 1990, p. 75.
12. HELS, C.A.: *Temporomandibular joint*. In MRI of the Musculoskeletal System, ed 2, New York Press, 1990, p. 75.
13. BATNITZKY, S.: *Negative contrast myelographic agents*. In: Miller, R.E.; Skucas, J. eds: *Radiographic contrast agents*. Baltimore, University Park Press, 1977, p. 419.
14. BATNITZKY, S.: *Positive contrast myelography: water insoluble iodinated organic agents*. In: Miller, R.E.; Skucas, J. eds.: *Radiographic contrast agents*. Baltimore Park Press, 1977, p. 429.
15. BATNITZKY, S.: *Intraspinal disorders*. In: Sarwar, M.; Azar Kia, B.: *Basic neuroradiology*, St Louis, Warren Green 1983, p. 758.
16. NACHEMSON, A.: *The lumbar spine: an orthopedic challenge*. Soine 1976; 1:59.
17. BODEN, S.D.; WISSEL, S.W.; et al.: *The aging spine: essentials of pathophysiology, diagnosis and treatment*. Philadelphia, WB Saunders, 1991.
18. ROSS, J.S.; et al.: *Postoperative spine*. In: Modic, M.T.; Masaryk, T.J.; Ross, J.S. eds.: *Magnetic resonance imaging of the spine*. Chicago Year Book Medical Publisher, 1989, p. 120.
19. ROSS, J.S.; MASARYK, T.J.; et al.: *Lumbar spine: postoperative assessment with surface coil MR imaging*. Radiology 1987; 164:851.
20. MURPHEY, M.D.; et al.: *Diagnostic imaging of spinal trauma*. Radiol. Clin. North Am. 1989; 27:855.
21. BRANT, W.E.; et al.: *Fundamentals of diagnostic radiology*. Baltimore, Williams & Wilkins 1994.

22. CORK, R.; et al.: *Ultrasonic localization of the lumbar epidural space*. *Anesthesiology* 1980; 52:513-6.
23. CURRIE, J.: *Measurement of the depth to the extradural space using ultrasound*. *Br. J. Anaesth.* 1984; 56:345-7.
24. WALLACE, D.H.; et al.: *Indirect sonographic guidance for epidural anesthesia in obese pregnant patients*. *Reg. Anaesth.* 1992; 17:233-6.
25. BONAZZI, M.; de GARCIA, L.B.: *Individualizzazione ecoguidata dello spazio epidurale lombare*. *Minerva Anestesiol* 1995; 61:201-3.
26. McLEOD, A.; ROCHE, A.; et al.: *Ultrasonography may assist epidural insertion in scoliosis patients*. *CJA* 2005; 52:717-20.
27. GRAU, T.; et al.: *Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: a preliminary study*. *CJA* 2003; 50:1047-50.
28. GRAU, T.; LEIPOLD, R.W.; et al.: *The lumbar epidural space in pregnancy: visualisation by ultrasonography*. *BJA* 2001, 86:798-804.
29. SEGAL, S.; BEACH, M.; EAPPEN, S.: *A multivariate model to predict the distance from the skin to the epidural space in an obstetric population*. *Reg Anaesth* 1996; 21:451-5.
30. GRAU, T.; LEIPOLD, R.W.; et al.: *Ultraschall und periduralanasthesie: technische möglichkeiten und grenzen einer diagnostischen untersuchung der perioduralraumes*. *Anaesthesist* 2001; 50:54-101.
31. GRAU, T.; et al.: *Real time ultrasonic observation of combined spinal epidural anesthesia*. *EJA* 2004; 21:25-31.
32. TELFORD, R.J.; et al.: *Observation on deliberate dural puncture with a Tuohy needle: pressure measurements*. *Anestehsia* 1991; 46:725-4.
33. PERLAS, A.; et al.: *Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation. A volunteer study*. *Anestehsilogy* 2003; 99:429-35.
34. CHAN, V.W.S.; et al.: *Ultrasound supraclavicular brachial plexus block*. *Anesth. Analg.* 2003; 97:1541-17.
35. MARHOFER, P.; et al.: *Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks*. *Anesth. Analg.* 1997; 85:854-7.
36. MARHOFER, P.; WALLNER, T.; KOINING, H.; et al.: *Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3in1 blocks*. *Reg. Anesth. Pain. Med.* 1998; 21:584-8.
37. WILLIAMS, S.R.; CHOUINARD, P.; et al.: *Ultrasound guidance speeds the execution and improves the quality of supraclavicular block*. *Anesth. Analg.* 2003; 97:1518-23.
38. CHAN, E.: *Applying ultrasound imaging to interscalene brachial plexus block*. *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2003; 28(4):340-3.
39. RETZL, G.; et al.: *Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus*. *Anesth. Analg.* 2001; 92:1271-5.
40. PARTRIDGE, B.L.; BENIRSCHKE, K.: *Funltional anatomy of the brachial plexus sheath: implicationm for Anesthesia*. *Anesthesiology* 1987; 66:743.
41. FARNY, J.; DROLET, P.; et al.: *Anatomy of the posterior approach to the lumbar plexus block*. *Can. J. Anesth.* 1994; 41:480-5.
42. AIDA, S.; et al.: *Renal subcapsular hematoma after lumbar plexus block*. *Anesthesiology* 1996; 84:452-5.
43. WINNIE, A.P.; RAMAMURTHY, S.; et al.: *The inguinal paravascular technique of lumbar plexus anesthesia: the 3 in 1 block*. *Anesth. Analg.* 1973; 42:989-96.
44. MARHOFER, P.; NASEL, C.; et al.: *Magnetic resonance imaging of the distribution of local anesthetic during the 3 in 1 block*. *Anesth. Analg.* 2000; 90:119-24.
45. CAPDEVILLA, X.; BIBOULET, P.H.; et al.: *Continuous 3 in 1 block for postoperative pain after limb orthopedic surgery: were do the catheters go?* *Anesth. Anal.* 2002; 94:1006.
46. MARHOFER, P.; NASEL, C.; KAPRAL, S.: *Magnetic resonance imaging of the distribution of local anesthetics during 3 in 1 block*. *Anesth. Analg.* 2000, 90:119-24
47. GANAPATHY, S.; WASSERMAN, R.A.; et al.: *Modified continuous femoral 3 in 1 block for postoperative pain after total knee arthroplasty*. *Anesth. Analg.* 1999; 89:1197-202.
48. CAPDEVILA, X.; MACARIE, P.; DASURE, C.; et al.: *Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip replacement: new landmarks, technical guidelines and clinical evaluation*. *Anesth. Analg.* 2002; 94:1606-13.
49. De BIASI, P.; LUPESCU, R.; BURGUN, G.; et al.: *Continuous lumbar plexus blocks: Use of radiography to determine catheter tip location*. *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2003; 28:135-9.
50. BOEZAART, A.P.; de BEERT, F.; et al.: *A new technique of continuous interscalene nerve block*. *Canadian Journal of Anesthesia* 1999; 46:275-8.
51. RATHMELL, J.P.; ROLAND, T.; et al.: *Management of pain associated with metastatic epidural spinal cord compression: use of imaging studies in planning epidural therapy*. *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2000; 25:113-6.
52. VAKHARIA, S.B.; THOMAS, P.S.; et al.: *Magnetic resonance imaging of cerebrospinal fluid leak and tamponade effect of blood patch in postdural headache*. *Anesth. Analg.* 1997; 84:585-90.
53. GRIFFITHS, A.G.; JACKSON, A.; et al.: *Visualization of extradural blood patch for post lumbar puncture headache by magnetic resonance imaging*. *Br. J. Anaesth.* 1993; 70:223-5.