

URAL MED BSNS FORUM'2022

МРТ диагностика компрессионной миелопатии, изменений интра- и эпидуральных пространств.

Кульнева Таисия Владимировна, врач-рентгенолог, ст. преподаватель кафедры ОЗД Института повышения квалификации медицинских кадров (г. Воронеж), член экспертного совета саморегулируемой организации «Ассоциация врачей МРТ и КТ диагностики»



URAL MED BSNS FORUM'2022

Компрессионная миелопатия

Внешнее сдавление СМ

- в интрадуральном экстрamedулярном
- в экстрадуральном пространстве

нетравматическая

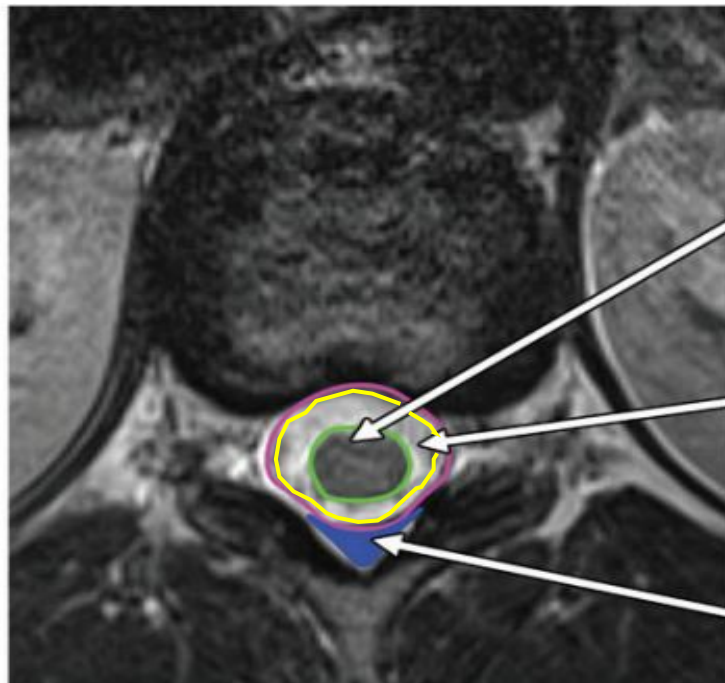
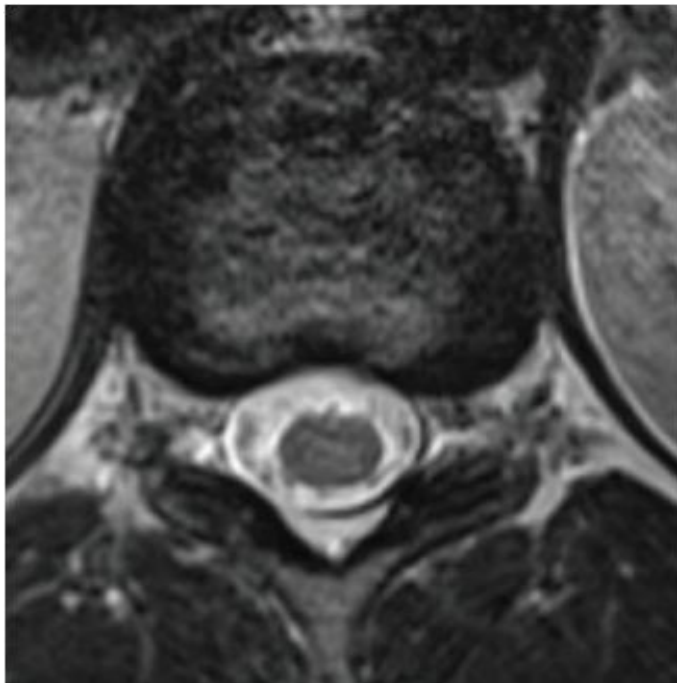
спондилогенная миелопатия,
воспалительные изменения,
неопластический процесс и др.

травматическая

компрессионный перелом тела позвонка,
травматический фасеточный вывих...

✓ **локальное изменение СМ у пациента с острыми миелопатическими симптомами следует рассматривать как острый отёк, пока не будет доказано обратное.**

URAL MED BSNS FORUM'2022



Интрамедуллярное пространство [СМ]

Мягкая мозговая оболочка [плотно покрывает СМ и корешки]

Инtradуральное пространство [САП]

Паутинная оболочка (под ТМО)

Твердая мозговая оболочка

Эпидуральное пространство содержит соединительную ткань, жировую клетчатку, внутреннее венозное сплетение

Субдуральное пространство в норме на МР-томограммах **не выявляется;**

Субарахноидальное пространство [пространство ликвора] окружает СМ, нервные корешки и мелкие сосуды.

URAL MED BSNS FORUM'2022



T2

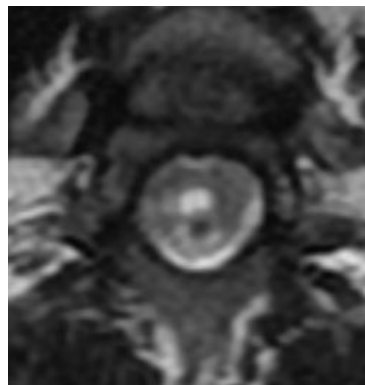


T1

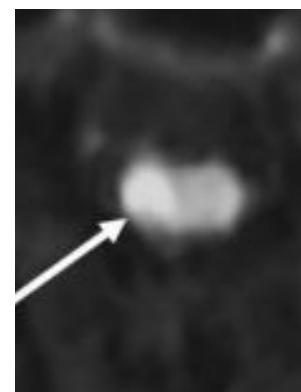


T2-Stir

Стандартные



Дополнительные



DWI:

- ✓ Инфаркт спинного мозга,
- ✓ Абсцесс

T1+контраст:

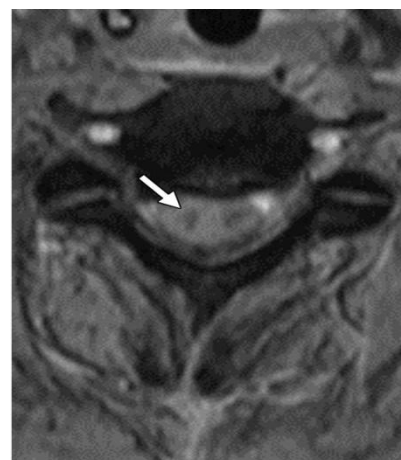
- ✓ Метастазы,
- ✓ Инфекция,
- ✓ Воспаление,
- ✓ Аутоиммунные заболевания

T1fs+контраст:

- ✓ Липоматоз эпидурального пр-ва,
- ✓ Флегмона,
- ✓ Метастазы

GRE:

- ✓ Эпидуральная гематома,
- ✓ Интрамедуллярная кавернома





URAL MED BSNS FORUM'2022

Травматические и посттравматические поражения СМ



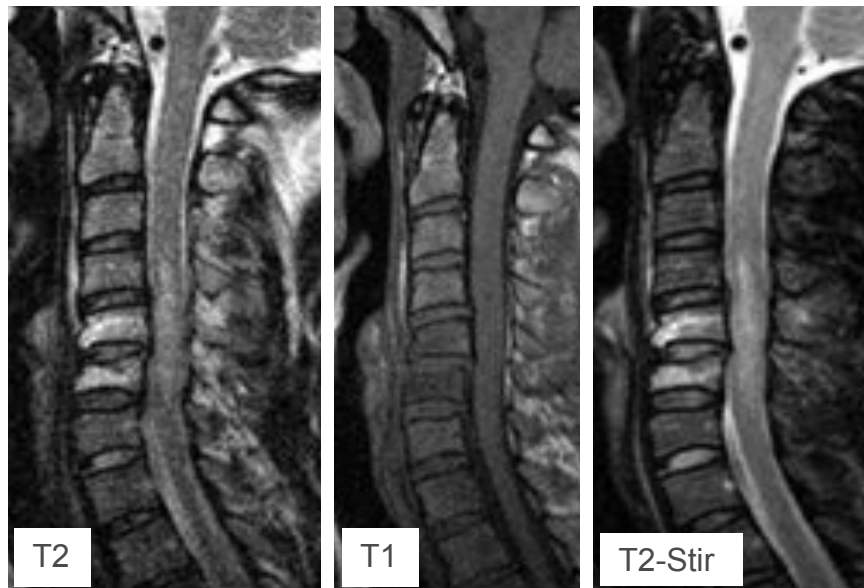
- Сотрясение [в т.ч. SCIWNA];
- Ушиб [в т.ч. SCIWORA; гематомы или отёк < 1/3 диаметра СМ - благоприятный прогноз];
- Размозжение с частичным нарушением анатомической целостности или с перерывом СМ [гематомы > 1/2 диаметра СМ - плохой прогноз];
- Гематомиелия;
- Эпидуральное, субдуральное и субарахноидальное кровоизлияния;
- Травматический радикулит.



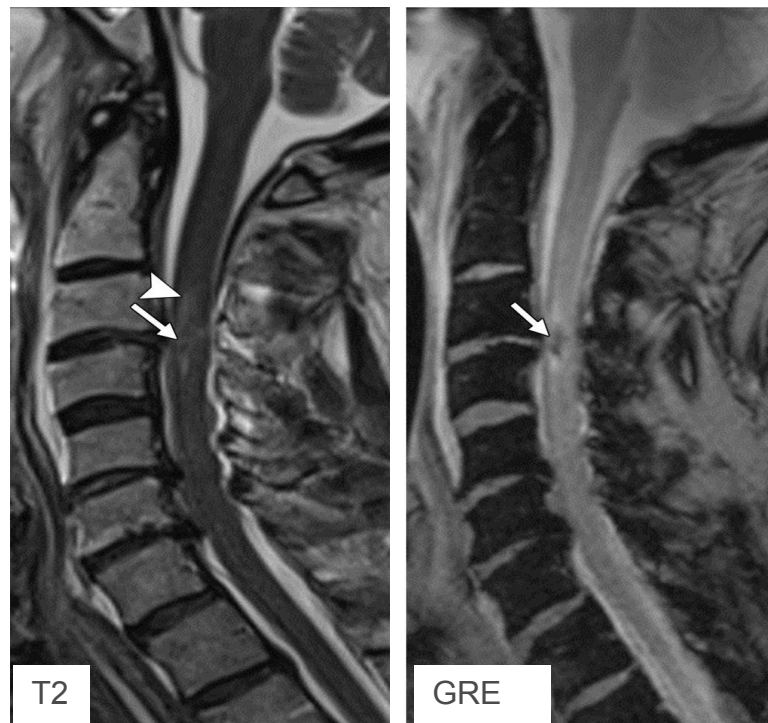
- Атрофия [норма в шоп ≥ 7.5 мм, гоп ≥ 6.5 мм];
- Разрыв
- Миеломалаяция:
 - Прогрессирующая травматическая миеломалаятическая, или некистозная, миелопатия;
- Кистозные изменения:
 - Прогрессирующая травматическая кистозная миелопатия;
 - Локальные кисты;
 - Сирингомиелия.



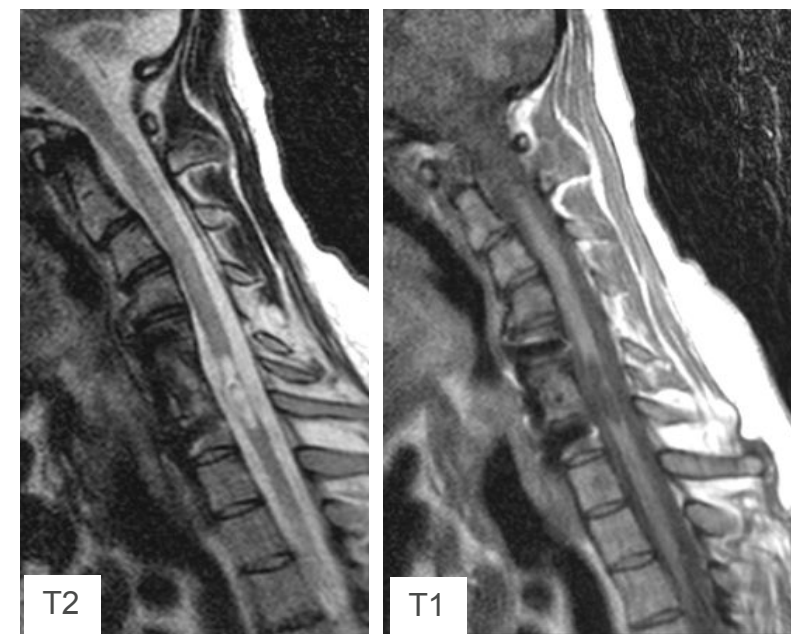
URAL MED BSNS FORUM'2022



Ушиб СМ.



Ушиб с отёком и кровоизлиянием

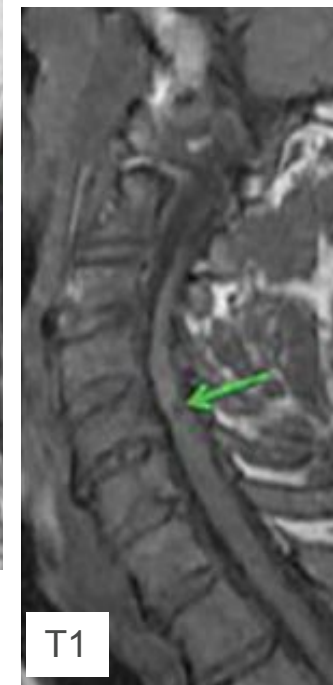


Прогрессирующая травматическая кистозная миелопатия

URAL MED BSNS FORUM'2022

Корреляция между характеристиками МРТ и гистопатологическими изменениями в спинном мозге при компрессионной миелопатии.

Режим	Характеристика МР сигнала	Вероятные гистологические изменения	Обратимость изменений
T2 ВИ	Гиперинтенсивный МРС (сигнал от ликвора ярче); контур нечеткий неровный	Отек, валлеровская дегенерация, демиелинизация, ишемия, глиоз.	Считаются обратимыми изменениями
	Гиперинтенсивный МР-сигнал, приближается к сигналу от ликвора; контур четкий	Формирование кавитации, миеломалация, некроз, потеря нервной ткани	В большей степени необратимые изменения
T1 ВИ	Заметная гипоинтенсивность, приближается к сигналу от ликвора	Соответствует кавитации, миеломалации, потеря нервной ткани	В большей степени необратимые изменения

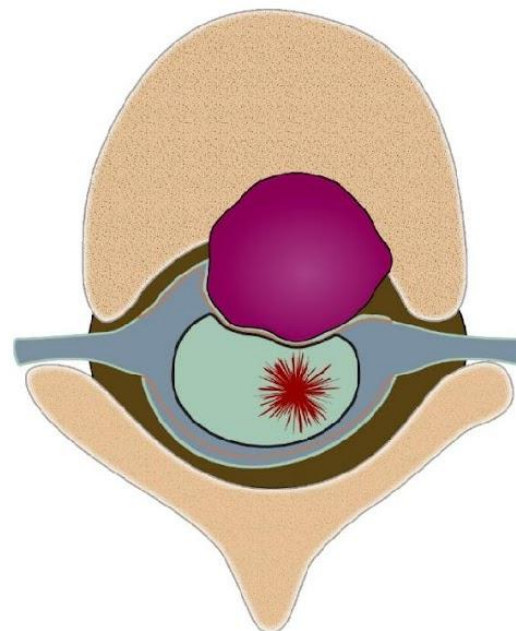
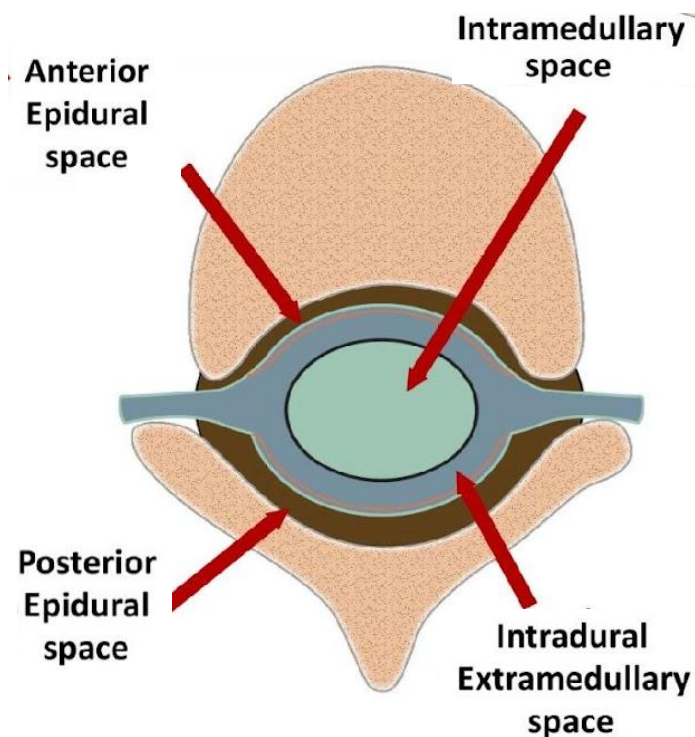


URAL MED BSNS FORUM'2022

Компрессионная миелопатия

Нетравматическая компрессия спинного мозга

эпидуральные причины



- Отсутствие визуализации эпидурального жира
- Смещение ТМО внутрь
- Деформация СМ
- Сужение/облитерация ликворного пространства

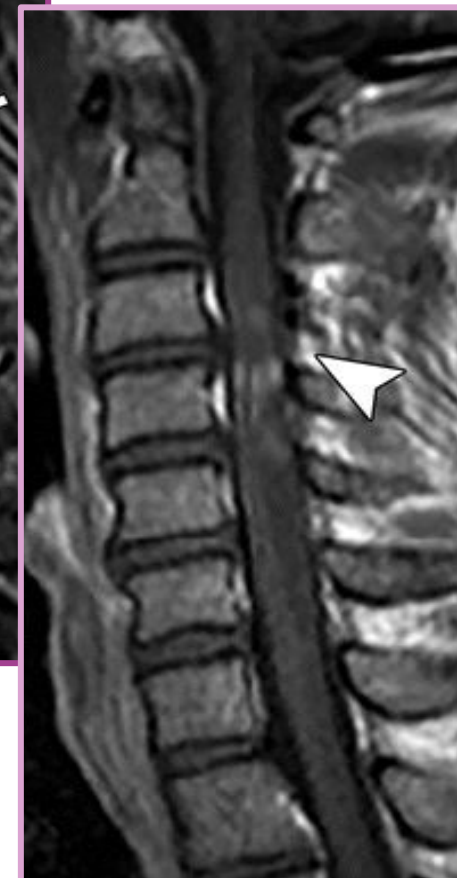
= аномальный гипер-T2 сигнал в СМ

URAL MED BSNS FORUM'2022

Спондилогенные причины компрессионной миелопатии



е выпя
еофит
л позв
ия и ка
связк
лярнь



URAL MED BSNS FORUM'2022

Стеноз позвоночного канала

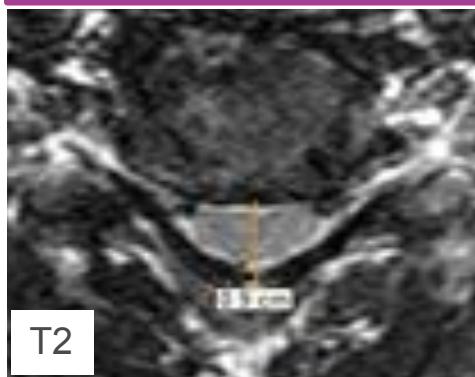
Критерии: количественные и качественные



Уменьшение размера костного канала [на уровне тел позвонков]
= **Анатомическая узость** костного позвоночного канала



Уменьшение минимального эффективного размера [на уровне компрессии]
= **относительный или абсолютный стеноз**



Размер костного канала на уровне тел позвонков:

- C1 >2.1 см,
C2 >2.0 см,
C3 >1.7 см,
C4-C7 = 1.4 см.
- Th1-Th9 >1.3-1.4 см,
Th12 > 1.5 см;
- L1-L5 >1.5 см.

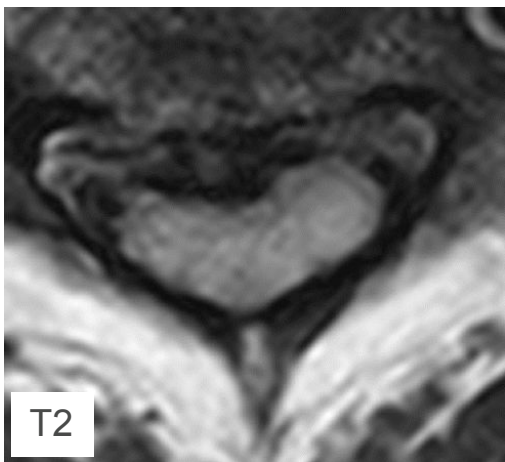
Минимальный эффективный размер:

- ✓ на уровне шейного отдела
норма > 1,0 см,
относительный стеноз < 1,0 см,
абсолютный стеноз < 0,7 см;
- ✓ на уровне поясничного отдела
норма > 1,5 см,
относительный стеноз < 1,5 см,
абсолютный стеноз < 1,0 см.

URAL MED BSNS FORUM'2022

Классификация нетравматической шейной компрессионной миелопатии

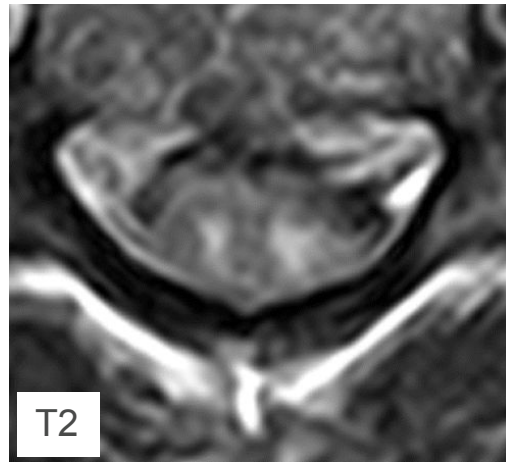
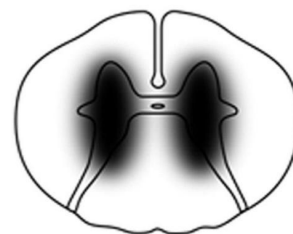
тип 1 - Диффузный паттерн



T2

очаг > 2/3 площади СМ с нечёткой границей.

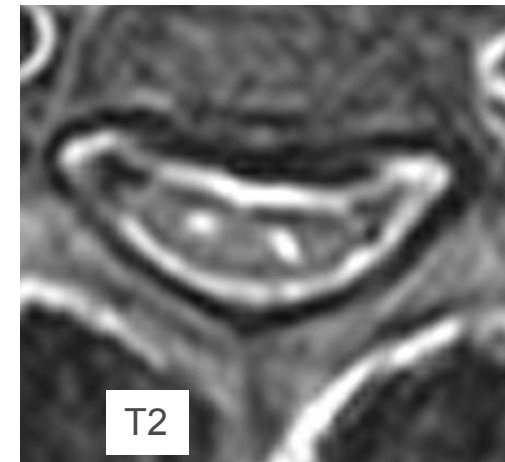
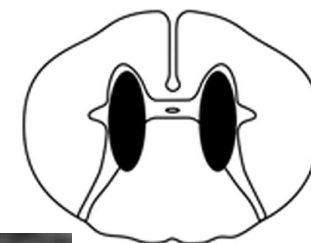
тип 2 - нечёткий очаговый паттерн



T2

очаг < 2/3 площади СМ с неясной и слабой границей.

тип 3 - чёткий очаговый паттерн



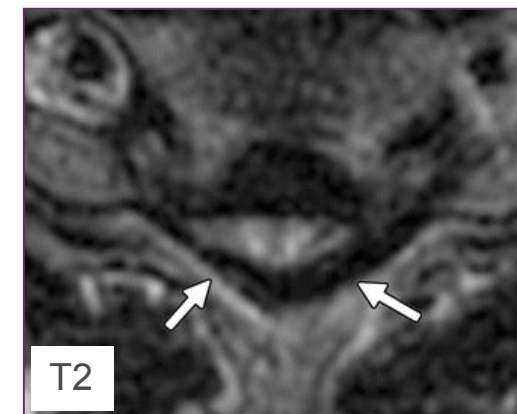
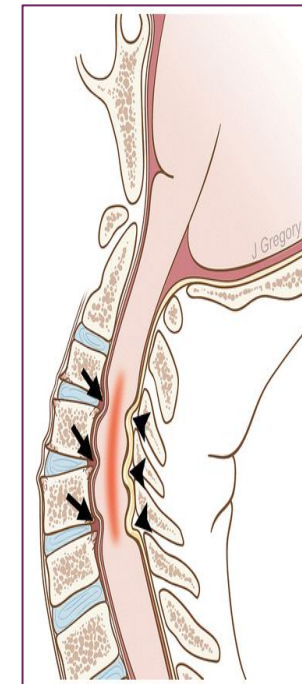
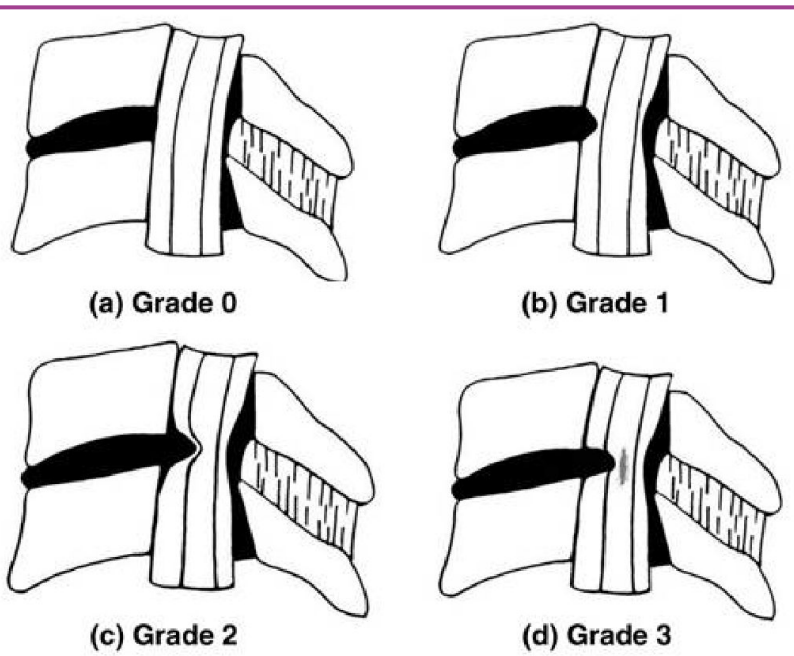
T2

очаг < 2/3 площади СМ с отчётливым краем.

Расположение: диффузное, центральное, эксцентричное (нецентральное), двустороннее

URAL MED BSNS FORUM'2022

Стеноз позвоночного канала



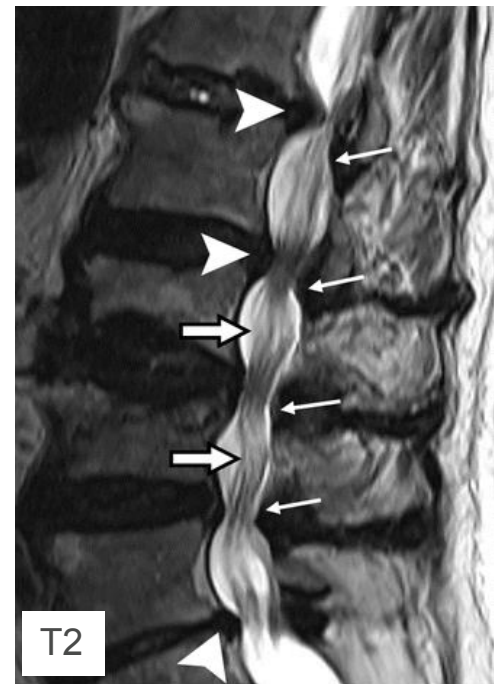
Yusuhn Kang et al. New MRI Grading System for the Cervical Canal Stenosis. AJR:197, July 2011

- predisposing factor - anatomical narrowness of the spinal canal;
- is aggravated by dynamic mechanisms.

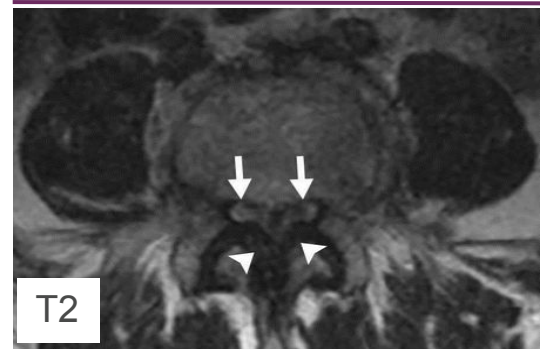
- ✓ Spinal canal in the shape of «hourglass»;
- ✓ narrowing/obliteration of the liquor space.

URAL MED BSNS FORUM'2022

Стеноз позвоночного канала



T2



T2

конфигурация «трилистника»
центрального канала

  <p>Класс В по Schizas</p>	  <p>Класс С по Schizas</p>	  <p>Класс D по Schizas</p>
---	--	--

- ✓ Позвоночный канал в виде «песочных часов»;
- ✓ Змеевидная конфигурация корешков;
- ✓ Ликвор в дуральном мешке между корешками в виде зернистости [**умеренный стеноз = класс В**];
- ✓ Отсутствие дифференцировки нервных корешков и ликвора, эпидуральный жир в заднем пространстве сохранён [**тяжелый стеноз = класс С**];
- ✓ Отсутствие дифференцировки корешков, ликвора и эпидурального жира в заднем пространстве [**крайне тяжелый стеноз = класс D**];
- ✓ Конфигурация «трилистника» в аксиальной плоскости.

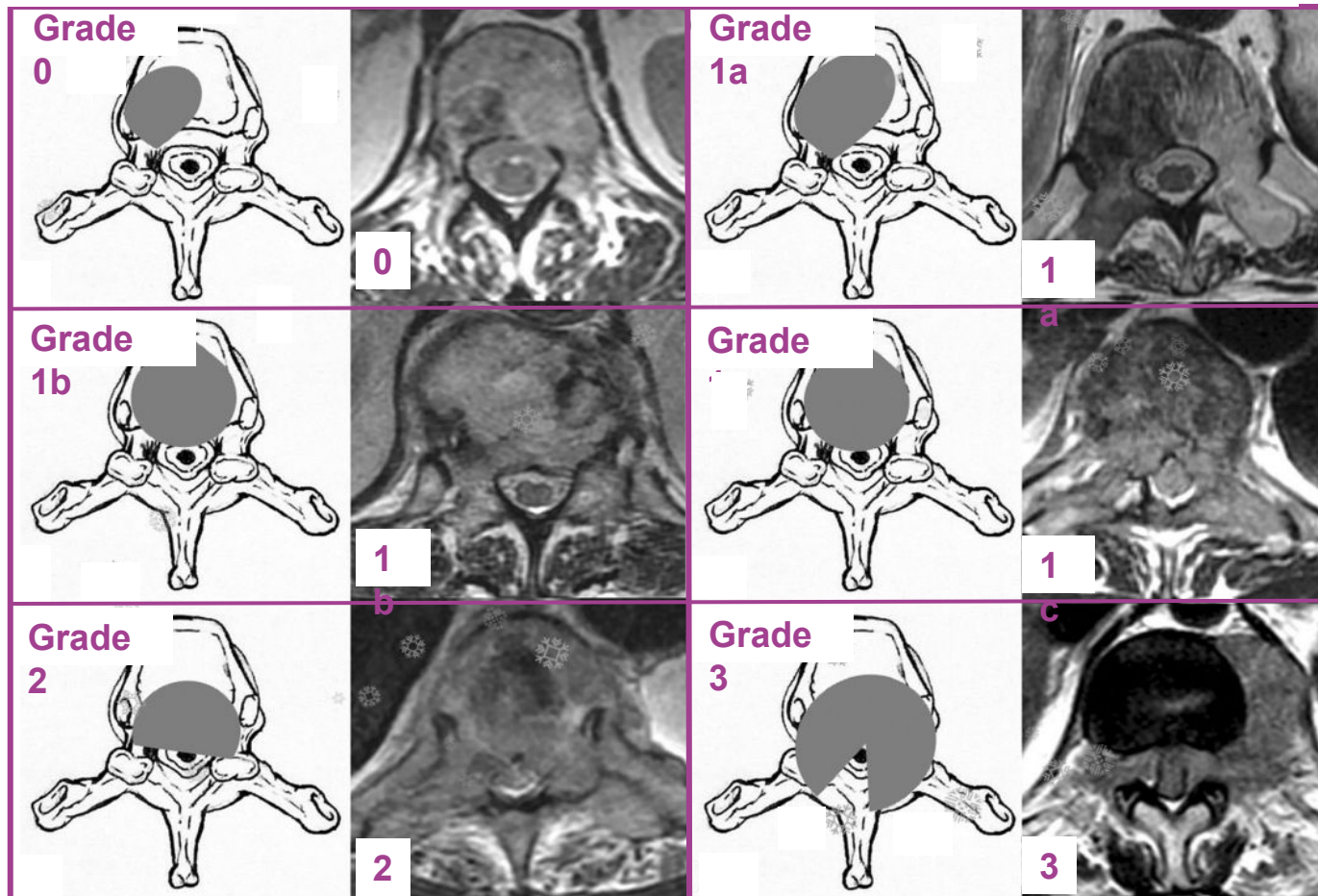
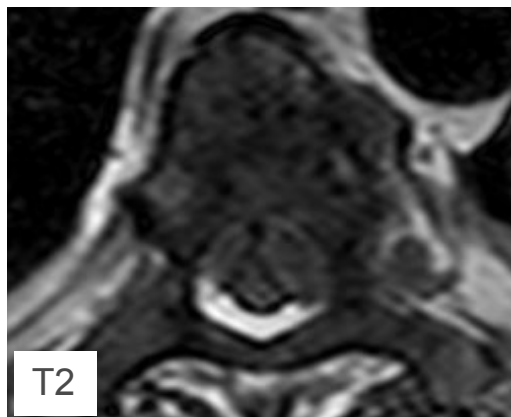
URAL MED BSNS FORUM'2022

Оценка эпидуральной компрессии спинного мозга (ESCC) при метастатическом поражении



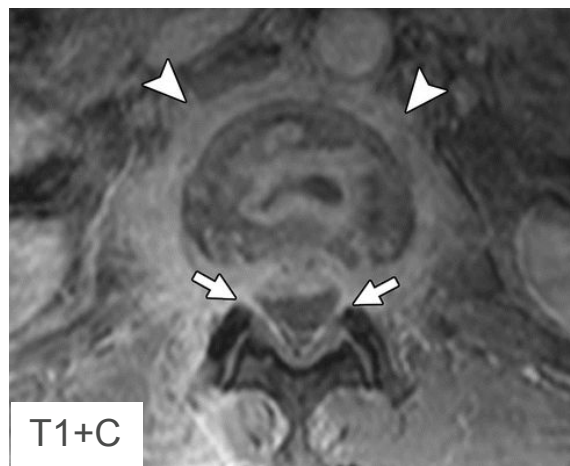
- ✓ Позвоночник является наиболее частым местом скелетных метастазов;
- ✓ начальное проявление злокачественного новообразования у 20% пациентов.

Степень ESCC часто служит основным определяющим фактором при принятии решения об операции или облучении.

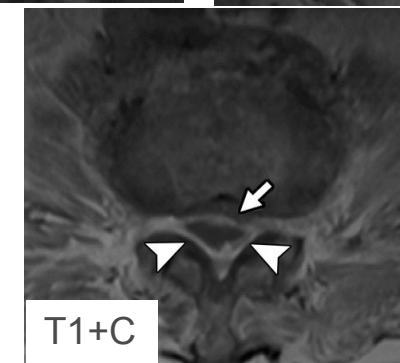
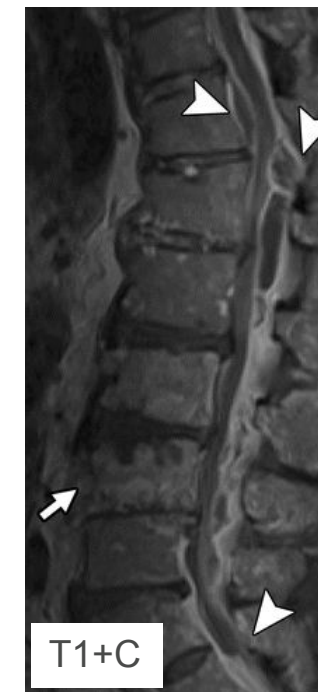


URAL MED BSNS FORUM'2022

Инфекционные заболевания



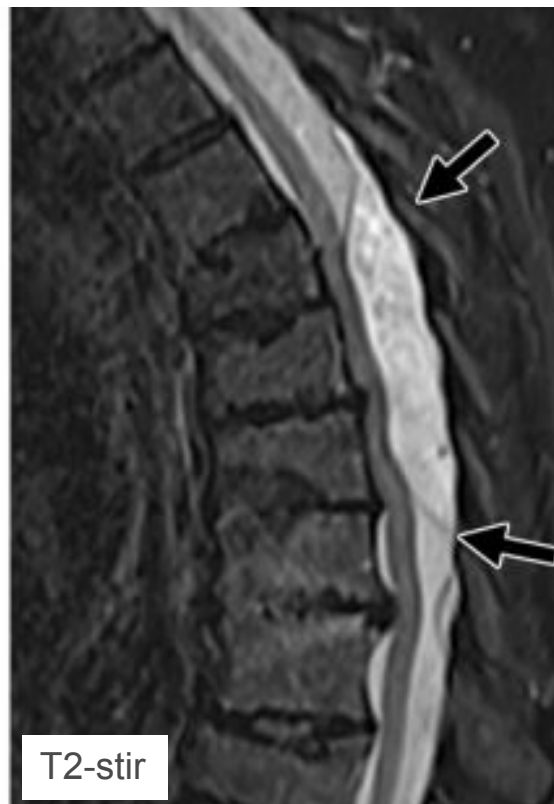
Спондилодисцит L1-L2 с
эпидуральной флегмоной



Спондилодисцит L3-L4 и
эпидуральный абсцесс

- ✓ Диффузное усиление при флегмоне;
- ✓ Периферическое усиление с центральным отсутствием накопления при образовавшемся абсцессе;
- ✓ Для улучшения дифференцировки между эпидуральной флегмоной и эпидуральным жиром добавить T1-FS+контраст;

URAL MED BSNS FORUM'2022

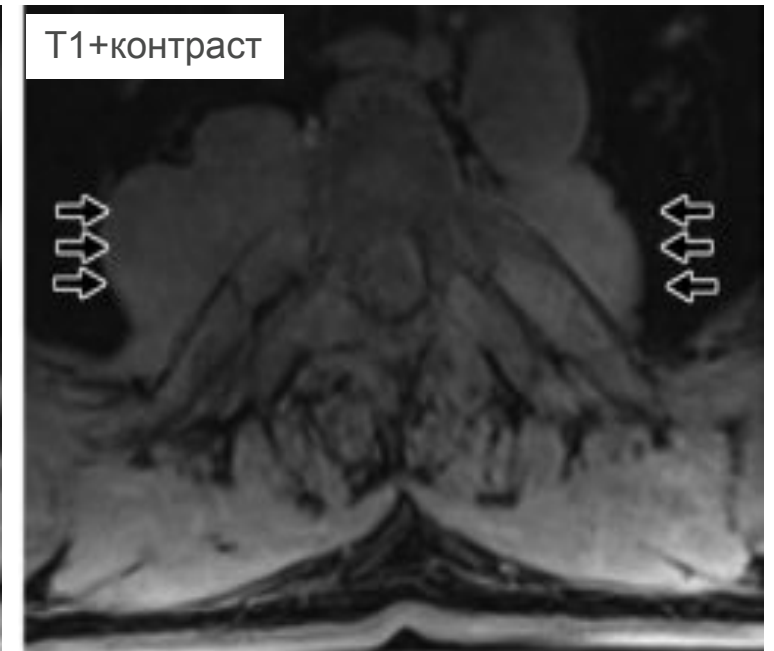


Сосудистые заболевания Эпидуральная гематома

- двояковыпуклая форма;
- интенсивность сигнала на T1 и T2 зависит от возраста продуктов крови;
- смещение дурального мешка и исчезновение эпидуральной жировой клетчатки;
- КУ: периферическое усиление; наличие усиливающих очагов может свидетельствовать об активной экстравазации.

URAL MED BSNS FORUM'2022

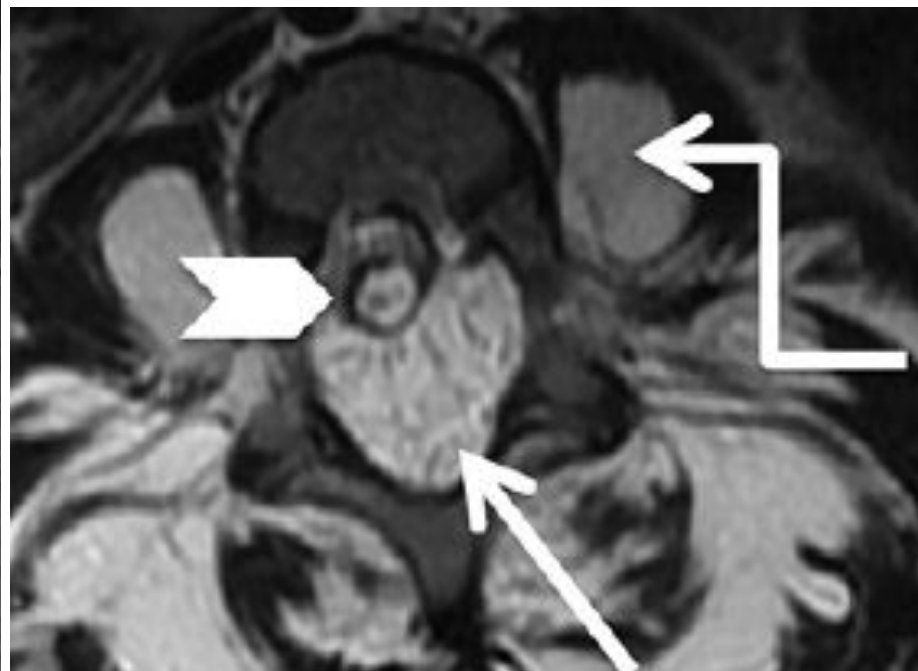
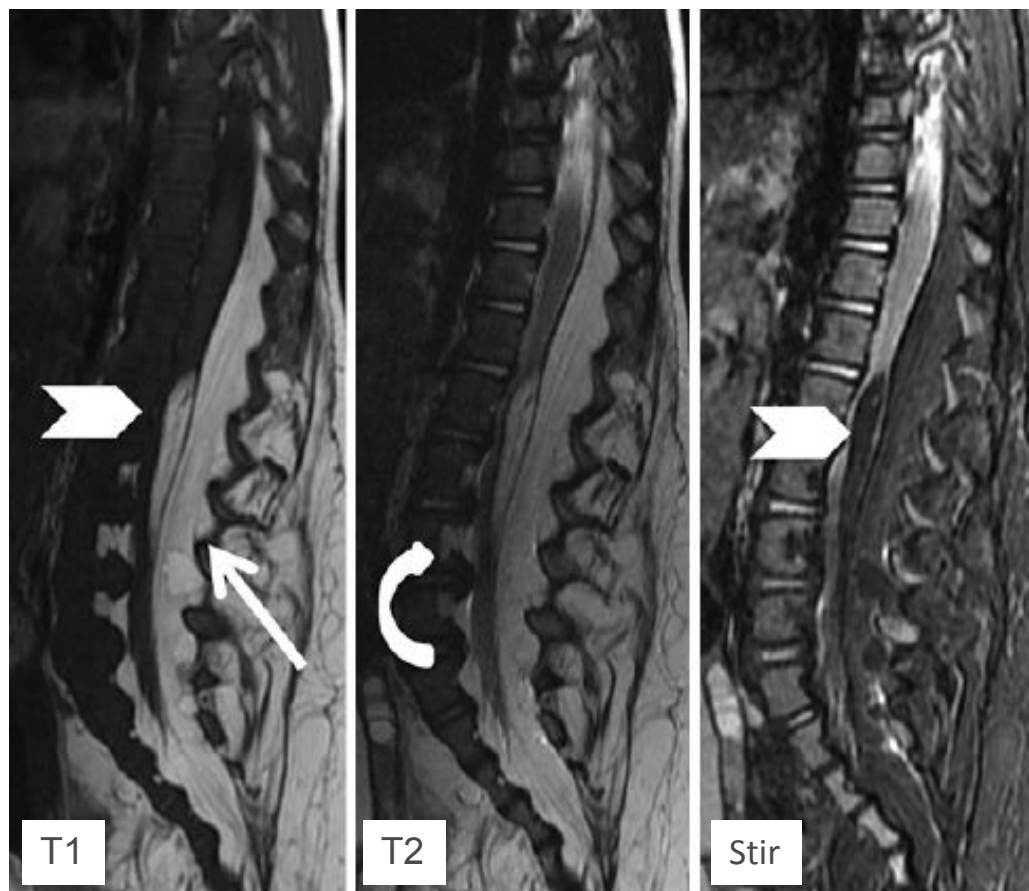
Экстрамедуллярный гемопоэз



- Чаще в средней и нижней части грудного отдела;
- многоуровневые эпидуральные дольчатые массы, часто в сочетании с паравертебральными массами;
- в телах позвонков признаки конверсии костного мозга;
- накапливают контраст.

URAL MED BSNS FORUM'2022

Спинальный эпидуральный липоматоз

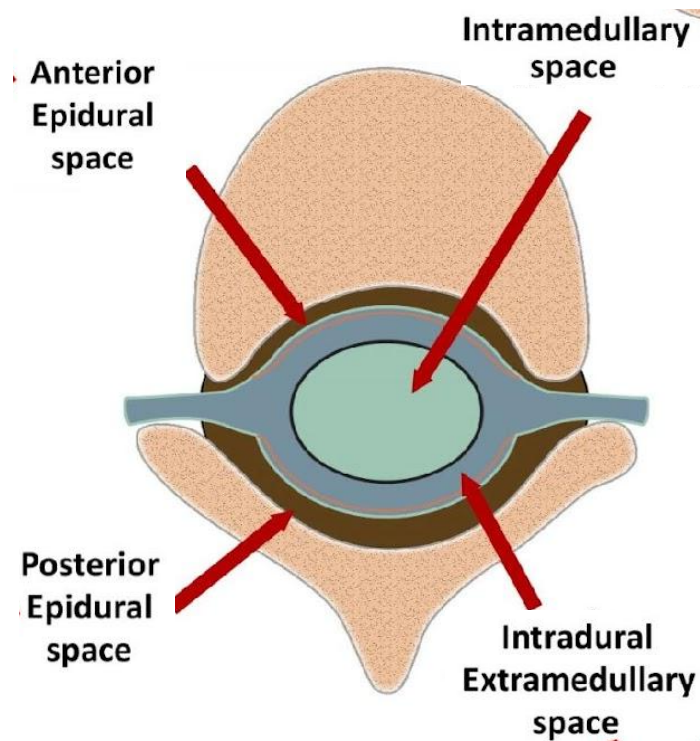


Липоматоз + липома терминальной нити (наконечник стрелки), липоматозная ткань в параспинальной обл. (угловая стрелка)

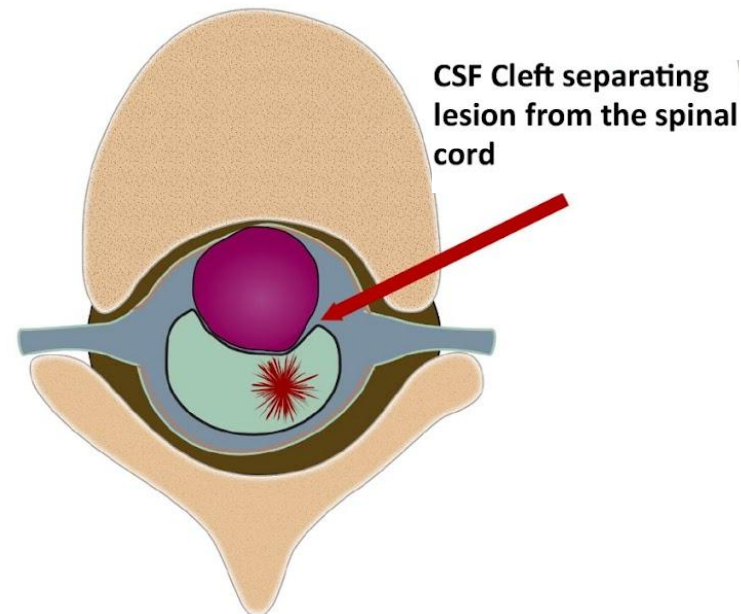
- толщина эпидурального жира **>7 мм**;
- обычно в грудном отделе дорзального эпидурального пространства;
- м. вызвать ремоделирование заднего контура тел позвонков (изогнутая стрелка).

URAL MED BSNS FORUM'2022

Компрессионная миелопатия Нетравматическая компрессия спинного мозга интрадуральные причины



= НОРМА

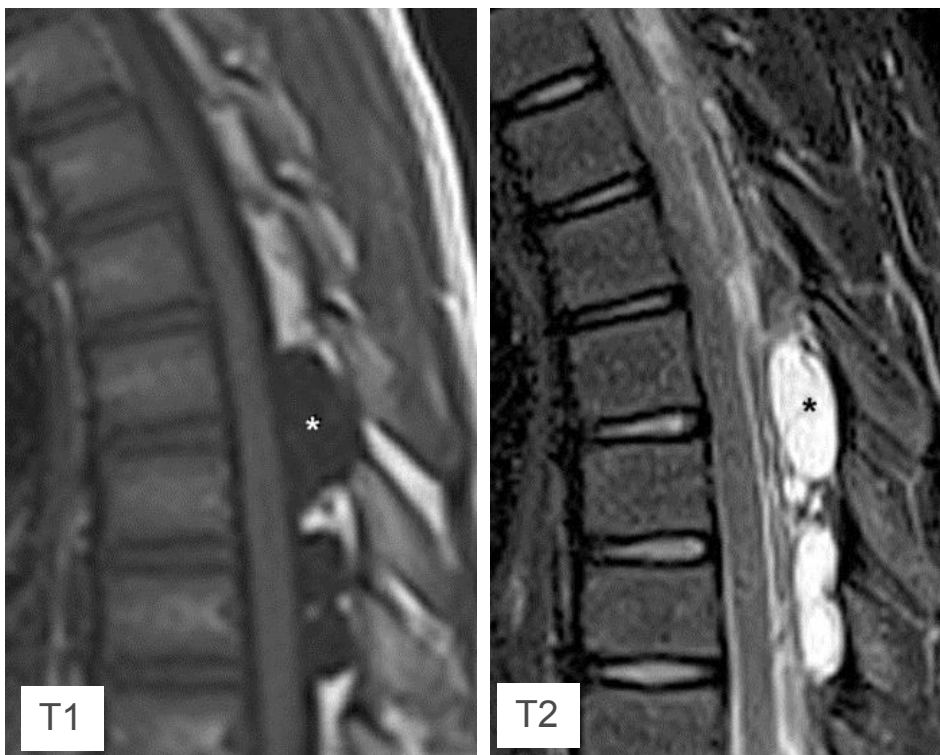


= аномальный гипер-T2 сигнал в СМ

- Сохранение визуализации эпидурального жира;
- Деформация СМ;
- Ипсилатеральное расширение ликворного пространства;
- М.б. ликворная щель между очагом поражения и СМ.

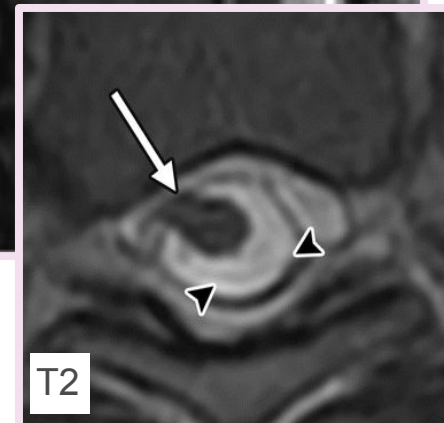
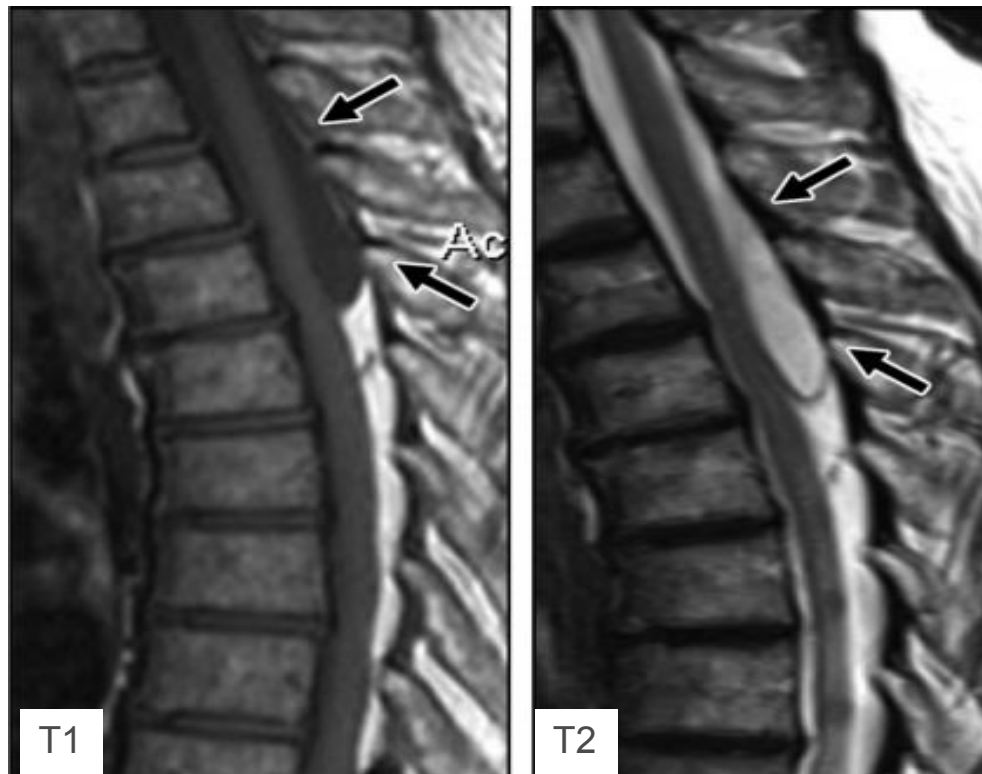
URAL MED BSNS FORUM'2022

Экстрадуральные (I тип)



Арахноидальные кисты

Инtradуральные (III тип)



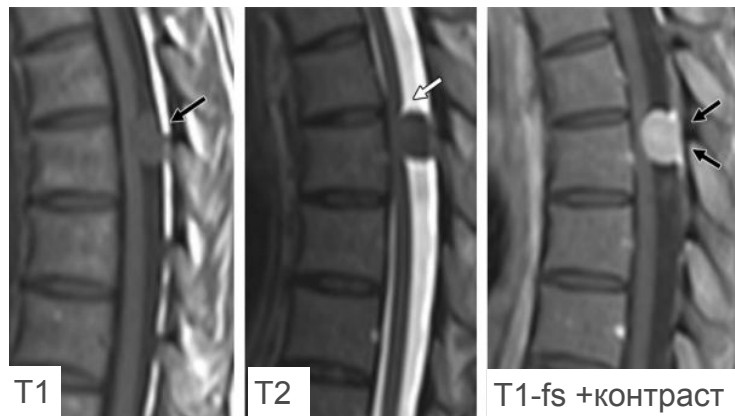
[9], [10], [15], [20], [23], [28]

Классификация арахноидальных кист (M.W. Nabors, 1988):

- I тип — экстрадуральные кисты, не содержащие нервной ткани;
- II тип — экстрадуральные кисты, содержащие нервную ткань [корешки] (кисты Тарлова);
- III тип — инtradуральные кисты.

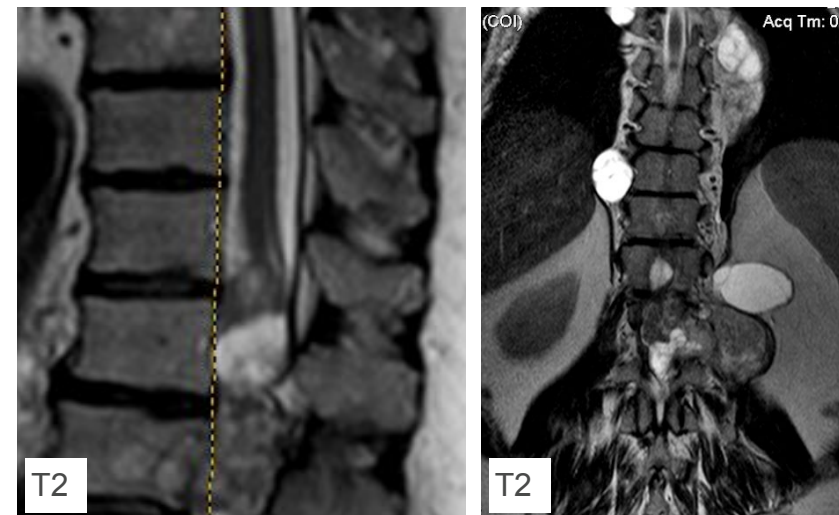
URAL MED BSNS FORUM'2022

Менингиома

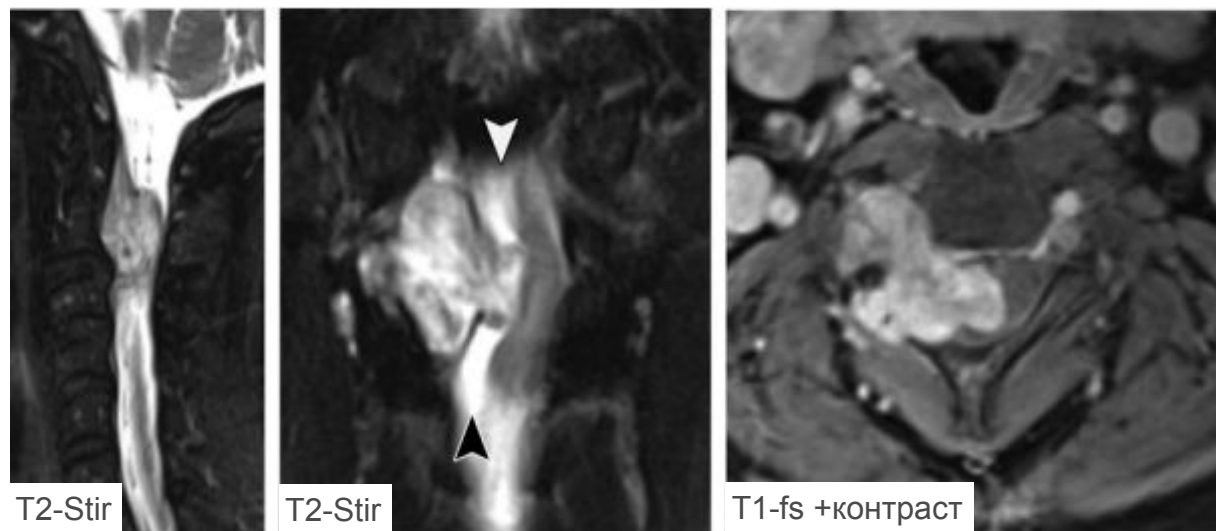


Опухоли

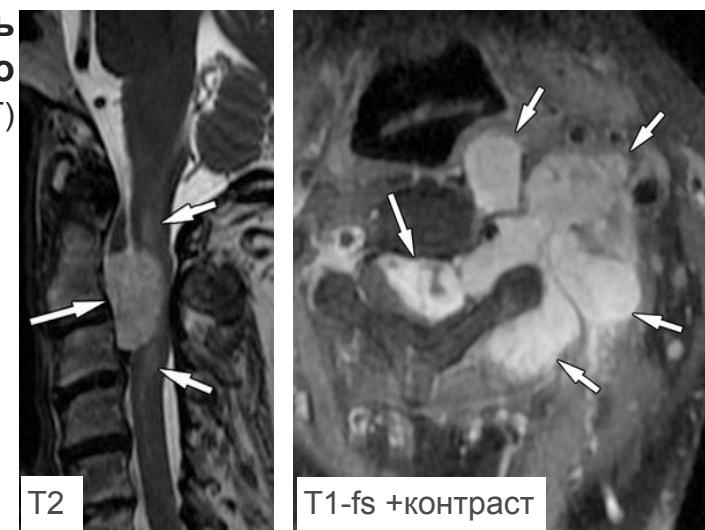
Нейрофиброматоз



Шваннома с интра- и эпидуральным компонентами



Злокачественная опухоль оболочки периферического нерва (MPNST)

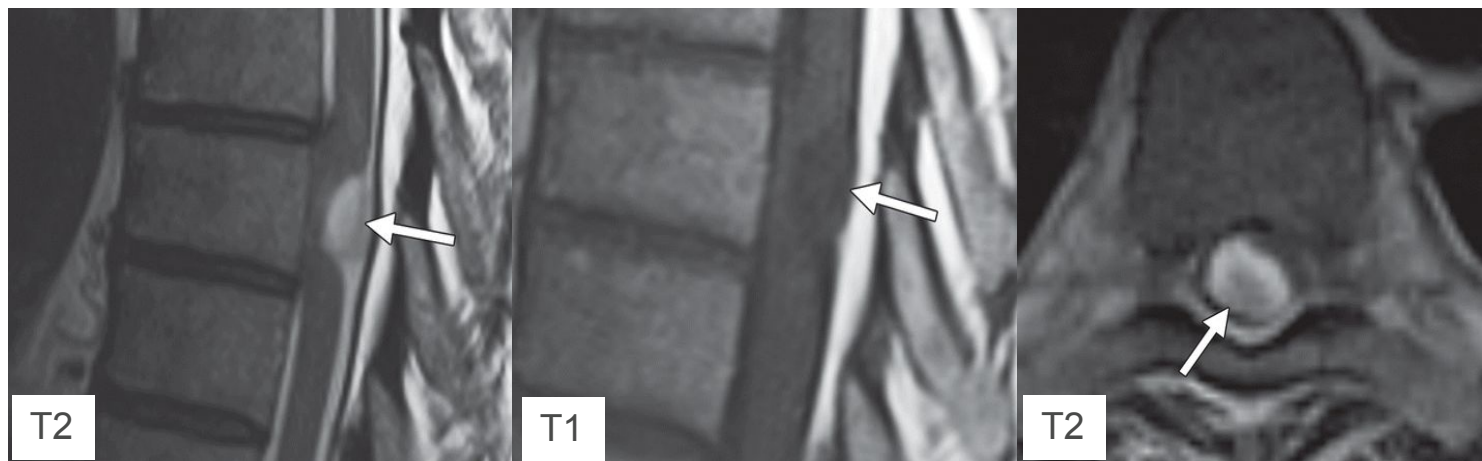




URAL MED BSNS FORUM'2022

Интраспинальные эпидермоидные и дермоидные кисты

- ✓ Дермоидные кисты - с более толстой оболочку, которая может включать кальцификаты (по сравнению с тонкой чешуйчатой оболочкой эпидермоидов), содержат сальные выделения, потовые железы и волосы (формируя уровни жирной жидкости);
- ✓ T1 и T2: разный (в зависимости от соотношения кератина, воды и холестерина);
- ✓ КУ: слабое усиление края или не накапливает, интенсивное – при злокач. трансформации;
- ✓ Эпидермоиды – оказывают масс-эффект без перифокального отёка, ограничивают диффузию;



Эпидермоидная киста

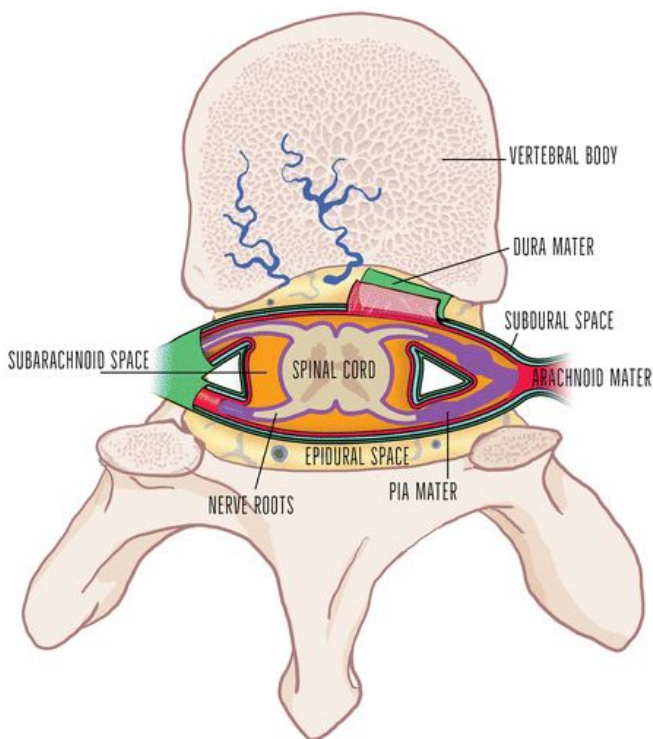
- ✓ возможен разрыв кисты в результате внезапного повышения внутрибрюшного или интраспинального давления (например, при падении, сильном кашле, чихании) - приводит к химическому менингиту или тяжёлой воспалительной реакции.



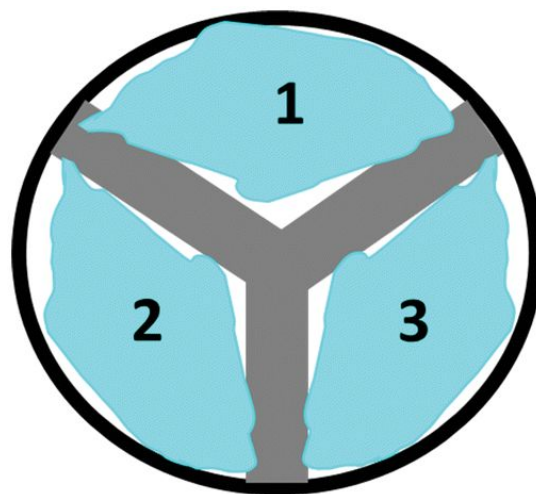


URAL MED BSNS FORUM'2022

Пространства



- Субдуральное пространство - между ТМО и паутинной оболочкой;
- ММО плотно прилегает к СМ и корешкам спинномозговых нервов, в конечном итоге сливаясь с эпиневрием нерва;
- Латерально паутинная оболочка и ММО образуют прерывистые утолщённые фиброзные перегородки, называемые зубчатыми связками, с каждой стороны СМ, точно так же присутствует дорсальная перегородка по средней линии.



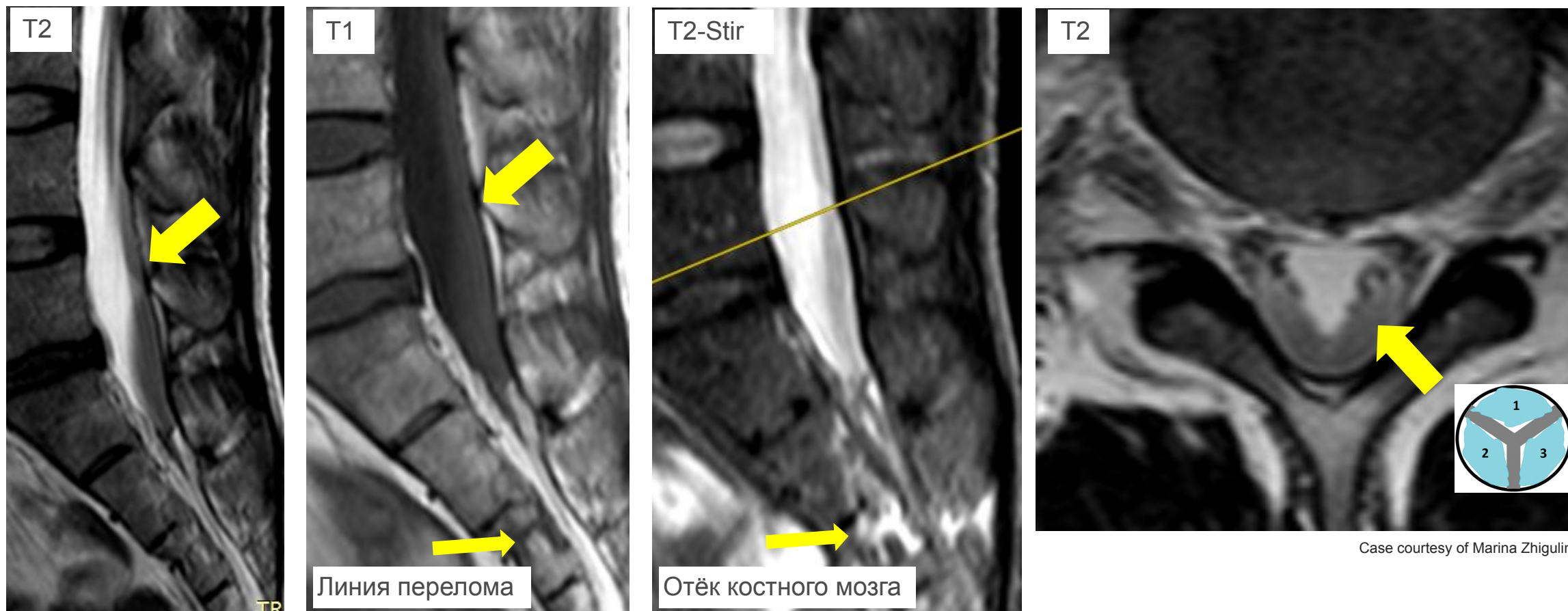
Перевернутый знак Mercedes-Benz

– образуется субдуральными пространственными скоплениями между двумя латеральными зубчатыми связками и срединной дорсальной перегородкой: переднее (1) и два заднебоковых скопления (2 и 3).



URAL MED BSNS FORUM'2022

Субдуральная гематома



Case courtesy of Marina Zhigulina

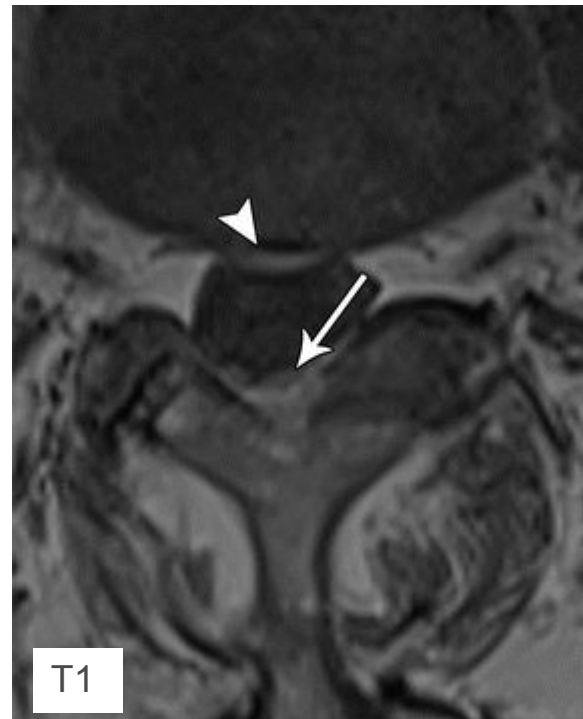
- располагаются внутри стенки дурального мешка с сохранением эпидурального жира;
- интенсивность сигналов T1 и T2 варьируется в зависимости от возраста продуктов крови;
- перевернутый знак Mercedes Benz.



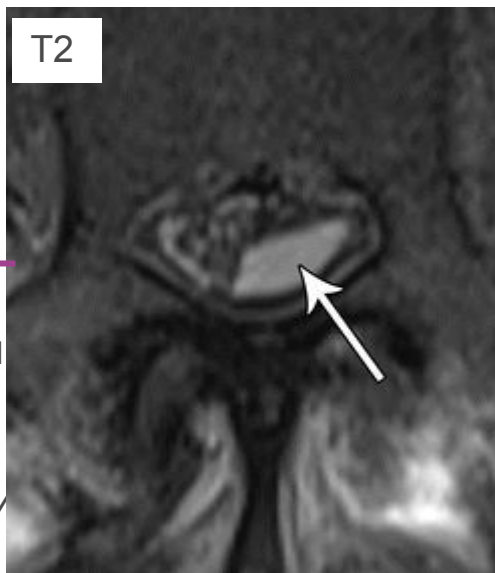


URAL MED BSNS FORUM'2022

Диф. ряд субдуральных гематом

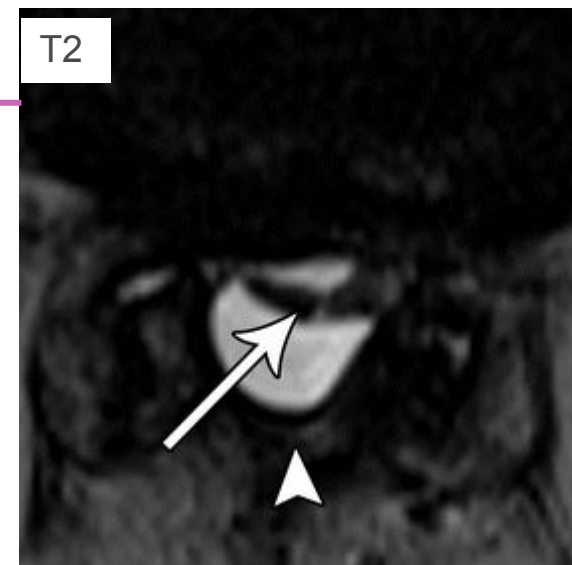


- субдуральное кровоизлияние небольших размеров вдоль внутреннего края заднебокового дурального мешка (стрелка) [отделено от эпидурального жира];
- небольшая эпидуральная гематома вдоль передней поверхности позвоночного канала (наконечник стрелки) не повторяет округлого контура дурального мешка, вызывает внешнее сжатие ТМО, контактирует с материалом диска и не сохраняет эпидуральный жир.



Субдуральная гигрома.
Состояние после ламинэктомии осложнённой повреждением ТМО. Слева большое дорзальное скопление жидкости с МРС ликвора (стрелка): гипо-Т1/гипо-Т2 потенциально перекрываются с характеристиками острой гематомы.

Арахноидит. Скопление нервных корешков конского хвоста (стрелка). При субдуральной гематоме отдельные корешки подталкиваются друг к другу, но все же различимы; дефект задней ламинэктомии от предшествующей операции (острие стрелки) - является фактором риска развития арахноидита.





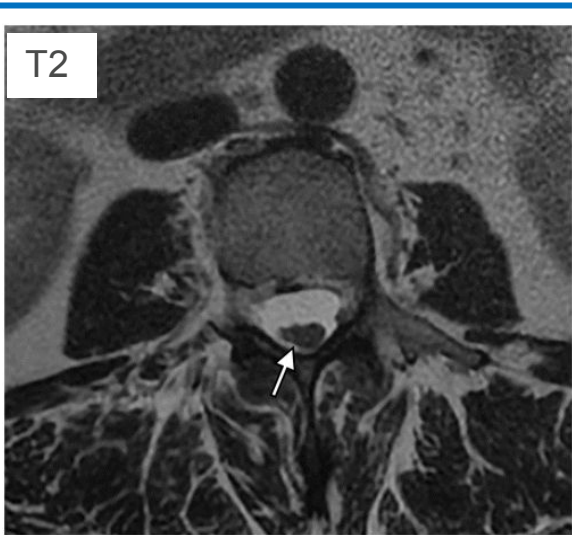
URAL MED BSNS FORUM'2022

Арахноидит

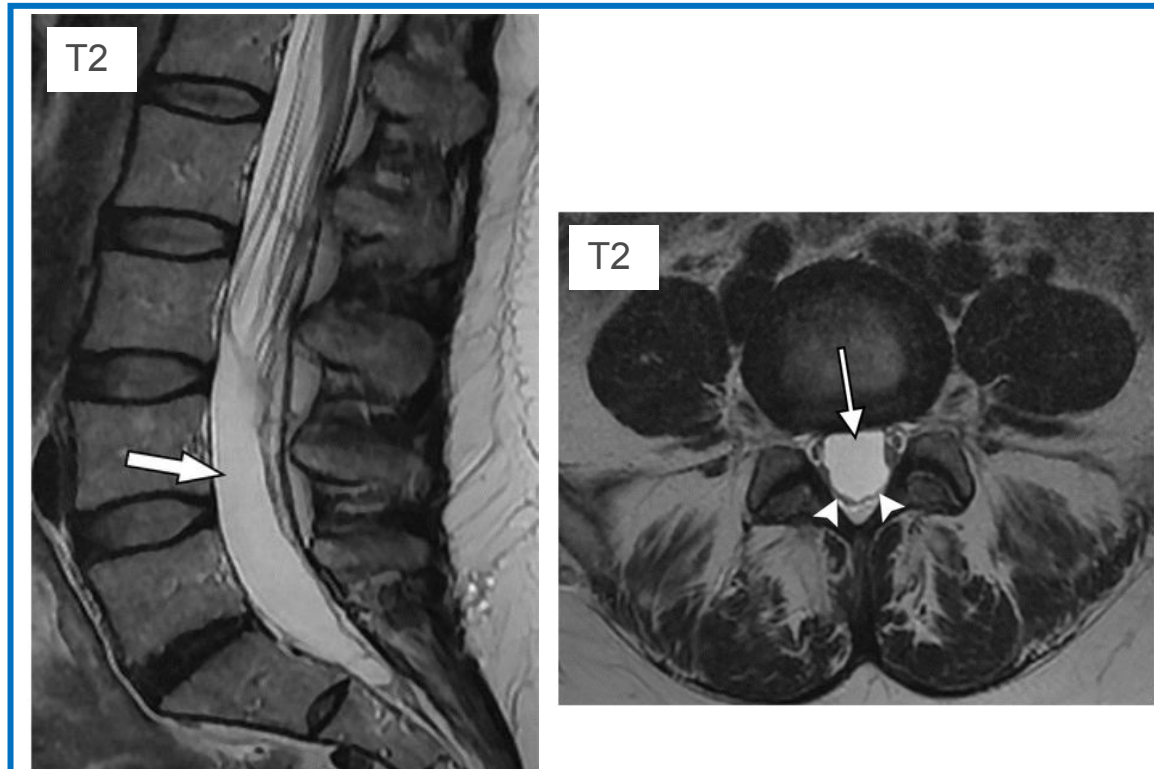
три типа на основе визуализации на МРТ:

Арахноидит III типа:
 большая центральная масса мягких тканей замещает дуральный мешок.

КТ. Кальцинирующий арахноидит



Арахноидит I типа:
 центральное скопление (стрелка) нервных корешков.



Арахноидит II типа: «пустой дуральный мешок» с периферическим скоплением нервных корешков.





URAL MED BSNS FORUM'2022

Спинальная субарахноидальная гематома (ССАК)

- Отложение продуктов крови в субарахноидальном пространстве обычно в нижнем поясничном отделе позвоночника;
- Нет никакого внешнего сжатия ТМО или дурального мешка,
- эпидуральный жир в норме;



2 отдельных паттерна:

(а) в виде наслаения крови в ликворном пространстве (**признак седиментации – патогномоничный**);

(б) редкое проявление – интрадурально-экстремедуллярная масса в виде сгустка крови с масс-эффектом на СМ или нервные корешки, не накапливающая контраст [- переменной интенсивности на T1- и T2-;

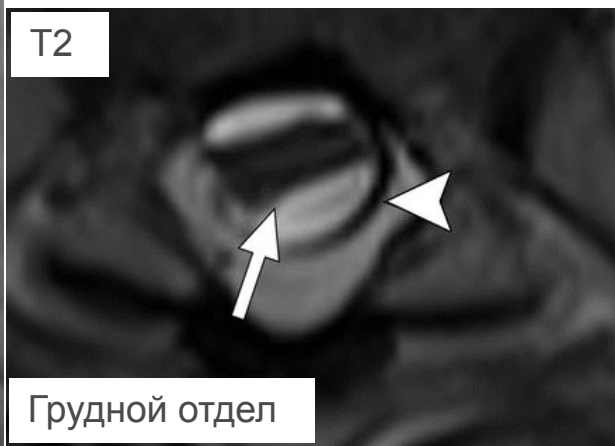
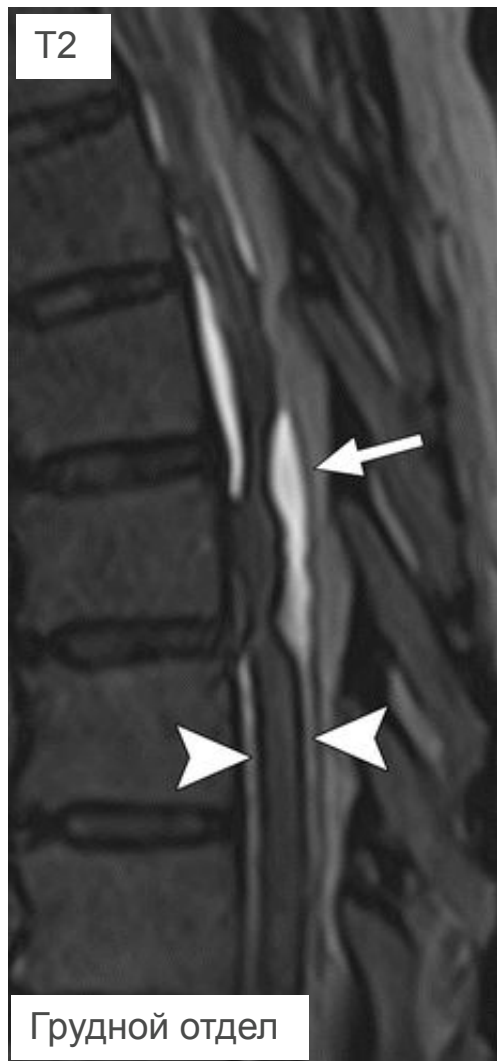
- ликвор чётко виден вокруг гематомы, отделяя кровоизлияние от прилегающей ТМО].



URAL MED BSNS FORUM'2022

Последствия ССАК

□ Гипо- T2 / GRE вдоль поверхностей ТМО и ММО - сидероз после ССАК.



- деформация грудного отдела СМ с локализацией гиперинтенсивного ликвора (стрелка) кпереди и сзади от СМ;
- линейный гипо- сигнал, выстилающий СМ (стрелки) и дуральный мешок = поверхностный сидероз.

- умеренное периферическое смещение и скопление нервных корешков;



- признак пустого дурального мешка.

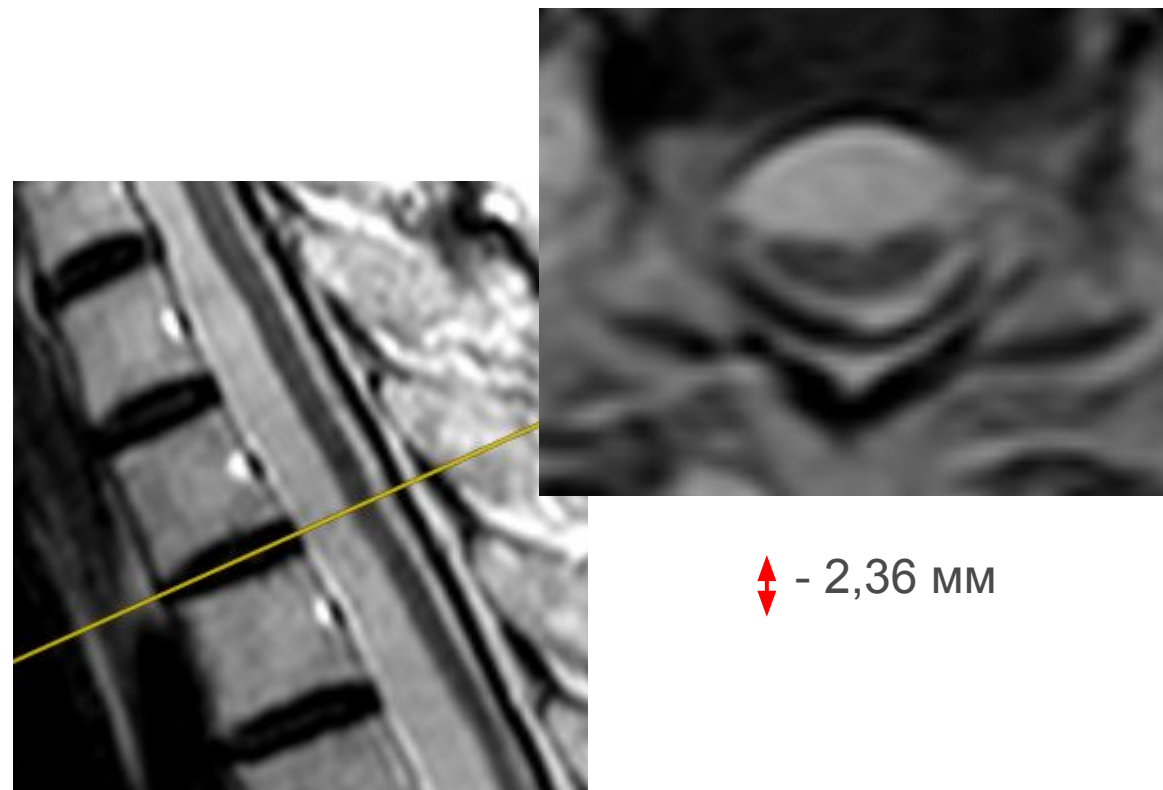


URAL MED BSNS FORUM'2022

Четыре паттерна атрофии спинного мозга:

норма в шоп ≥ 7.5 мм, гоп ≥ 6.5 мм

- 1) **диффузная** атрофия (поперечная миелопатия, нейродегенерация): СМ маленький, неправильной или круглой формы, но передняя срединная борозда не увеличена;
- 2) **передняя** (синдром передней спинномозговой артерии): уменьшенный передний диаметр СМ и расширение передней срединной щели;
- 3) **гемиатрофия** (синдром Брауна-Секара): одна половина СМ имеет атрофические изменения;
- 4) **задняя**: заднее уплощение СМ из-за вовлечения дорсальных столбов.



the author's supervision

URAL MED BSNS FORUM'2022

Вопросы?

вопросы:

Спасибо за внимание!

спасибо за внимание:

Kulnevat@yandex.ru

TKulneva@mrtexpert.ru



URAL MED BSNS FORUM'2022

Литературные источники

1. Bilsky MH, Laufer I, Fourney DR, Groff M, Schmidt MH, Varga PP, Vrionis FD, Yamada Y, Gerszten PC, Kuklo TR. Reliability analysis of the epidural spinal cord compression scale. *J Neurosurg Spine*. 2010 Sep;13(3):324-8. doi: 10.3171/2010.3.SPINE09459. PMID: 20809724
2. Bickle I., Wein S. et al. Intradural extramedullary metastases. *Radiopaedia.org*
3. Diehn F.E., Maus T.P., Morris J.M., Carr C.M., Kotsenas A.L., Luetmer P.H., Lehman V.T., Thielen K.R., Nassr A., Wald J.T. Uncommon Manifestations of Intervertebral Disk Pathologic Conditions. *RadioGraphics* 2016 36:3, 801-823
4. Dixon L., Shah S. Teaching NeuroImages: Hypertrophic polyneuropathy/ *Neurology* Aug 2020, 95 (6) e779-e780; DOI: 10.1212/WNL.0000000000010025
5. Echaniz-Laguna A., Philippi N. Teaching NeuroImages: Chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy causing spinal cord compression. *Neurology* Jun 2009, 72 (24) e121; DOI: 10.1212/WNL.0b013e3181aa5352
6. FRIEDMAN ET AL. MR Imaging in the Diagnosis of Intramedullary Spinal Cord Diseases That Involve Specific Neural Pathways or Vascular Territories. *AJR*:165, September 1995
7. Foram G.B, Aswani Yashant. Imaging in spinal posterior epidural space lesions: A pictorial essay. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2016. Volume: 26, Issue Number: 3, Page: 299-315
8. Grane P. The postoperative lumbar spine. A radiological investigation of the lumbar spine after discectomy using MR imaging and CT. *Acta Radiol Suppl* 1998;414:1-23
9. Haber M.D. , Nguyen D.D., Li S. Differentiation of Idiopathic Spinal Cord Herniation from CSF-isointense Intraspinal Extramedullary Lesions Displacing the Cord. *RadioGraphics* 2014 34:2, 313-329
10. Imagama S, Matsuyama Y, Sakai Y, Nakamura H, Katayama Y, Ito Z, Wakao N, Sato K, Kamiya M, Kato F, Yukawa Y, Miura Y, Yoshihara H, Suzuki K, Ando K, Hirano K, Tauchi R, Muramoto A, Ishiguro N. Image classification of idiopathic spinal cord herniation based on symptom severity and surgical outcome: a multicenter study. *J Neurosurg Spine*. 2009 Sep;11(3):310-9. doi: 10.3171/2009.4.SPINE08691. PMID: 19769512
11. Kocher B., Smirniotopoulos J.G., Smith A.B. Intradural spinal lesions. *Appl Radiol*. September 02, 2009
12. Koeller K.K., Rosenblum R.S., Morrison. A.L. Neoplasms of the Spinal Cord and Filum Terminale: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics* 2000 20:6, 1721-1749
13. Koeller K.K., Shih R.Y. Intradural Extramedullary Spinal Neoplasms: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics* 2019 39:2, 468-490
14. Kunam V.K., Velayudhan V., Chaudhry Z.A., Bobinski M., Smoker W.R.K., Reede D.L. Incomplete Cord Syndromes: Clinical and Imaging Review. *RadioGraphics* 2018 38:4, 1201-1222
15. Laur O., Nandu H., Titelbaum D. S., Nunez D. B., & Khurana, B. (2019). Nontraumatic Spinal Cord Compression: MRI Primer for Emergency Department Radiologists. *RadioGraphics*, 39(6), 1862-1880. doi:10.1148/rg.2019190024
16. Lee M.J., Aronberg R., Manganaro M.S., Ibrahim M., Parmar H.A. Diagnostic Approach to Intrinsic Abnormality of Spinal Cord Signal Intensity. *RadioGraphics* 2019 39:6, 1824-1839
17. Lee YS, Choi ES, Song CJ. Symptomatic nerve root changes on contrast-enhanced MR imaging after surgery for lumbar disk herniation. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009 May;30(5):1062-7. doi: 10.3174/ajnr.A1497. Epub 2009 Feb 12. PMID: 19213822; PMCID: PMC7051667
18. Leone A, Cianfoni A, Zecchi V, Cortese MC, Rumi N, Colosimo C. Instability and impending instability in patients with vertebral metastatic disease. *Skeletal Radiol*. 2019 Feb;48(2):195-207. doi: 10.1007/s00256-018-3032-3. Epub 2018 Aug 1. PMID: 30069584
19. Mawad ME, Hilal SK, Fetell MA, Silver AJ, Ganti SA, Sane P. Patterns of spinal cord atrophy by metrizamide CT. *AJNR* 1983;4:611-613
20. Nabors MW, Pait TG, Byrd EB, Karim NO, Davis DO, Kobrine AI, Rizzoli HV. Updated assessment and current classification of spinal meningeal cysts. *J Neurosurg*. 1988 Mar;68(3):366-77. doi: 10.3171/jns.1988.68.3.0366. PMID: 3343608.
21. Nouri A. et al. (2016). Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: a review of structural changes and measurement techniques, *Neurosurgical Focus FOC*, 40(6), E5. Retrieved Apr 9, 2022
22. Pierce J.L. et al. Spinal Hematomas: What a Radiologist Needs to Know. *RadioGraphics* Vol. 38, No. 5. Published Online: Sep 12 2018
23. Sánchez-Carpintero R., Dominguez P., Núñez M. et al. Spinal extradural arachnoid cysts in lymphedema-distichiasis syndrome. *Genet Med* 12, 532-535 (2010). <https://doi.org/10.1097/GIM.0b013e3181e5c7ea>
24. Schizas C. et al. (2010). Qualitative Grading of Severity of Lumbar Spinal Stenosis Based on the Morphology of the Dural Sac on Magnetic Resonance Images. *Spine*. 35. 1919-24. 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd.
25. Venkatanarasimha N., Parrish R.W. Case 148: Thoracic Epidural Lipomatosis. *Radiology* 2009 252:2, 618-622
26. You J.Y., Lee J.W. et al. MR Classification System Based on Axial Images for Cervical Compressive Myelopathy. *Radiology* 2015 276:2, 553-561
27. Wang I., Gomez-Hassan D.M., Stenberg L., Sundgren P. C. Infections and inflammatory conditions of the pediatric spine and spinal cord. *Appl Radiol*. February 06, 2014
28. Евзиков Г.Ю., Кушель Ю.В. Спинальные экстрадуральные арахноидальные кисты. *Нейрохирургия*, №2, 20124 с. 8-12.
29. Кассар-Пулличино В.Н., Имхоф Х. Спинальная травма в свете диагностических изображений. пер. с англ.; под общей ред. проф. Ш.Ш. Шотемора. – М. : МЕДпресс-информ, 2009. – 264 с. : ил. ISBN 5-98322-530-8
30. Мёллер Т.Б., Райф Э. Норма при КТ- и МРТ-исследованиях. Пер. с англ. под общ.ред. Труфанова Г.Е., Марченко Н.В. М., «МЕДпресс-информ», 2008.256 с.:ил. ISBN 5-98322-465-4
31. Руководство для врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов "Укладки, показания, параметры сканирования при клиническом применении магнитно-резонансной томографии" / коллектив авторов; под ред. Г.Г. Кармазановского. – М.: Издательский дом Видар-М, 2019. – 200 с.: ил.
32. Szwedowski D, Walecki J. Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality (SCIWORA) - Clinical and Radiological Aspects. *Pol J Radiol*. 2014;79:461-464. Published 2014 Dec 8. doi:10.12659/PJR.890944