# Andar medular: definição, mitos e como otimizar meus resultados?

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

rede Pet Fisio
centros de reabilitação animal
www.petfisio.com


## Ricardo S. Lopes

@fisiocarepet @ricardo.lopes.vet @redepetfisio
@fisioterapia_vet_cursos

# Palestras Fisio Care Pet

**Site: [www.fisiocarepet.com.br/cursos](www.fisiocarepet.com.br/cursos) Aulas Ministradas**

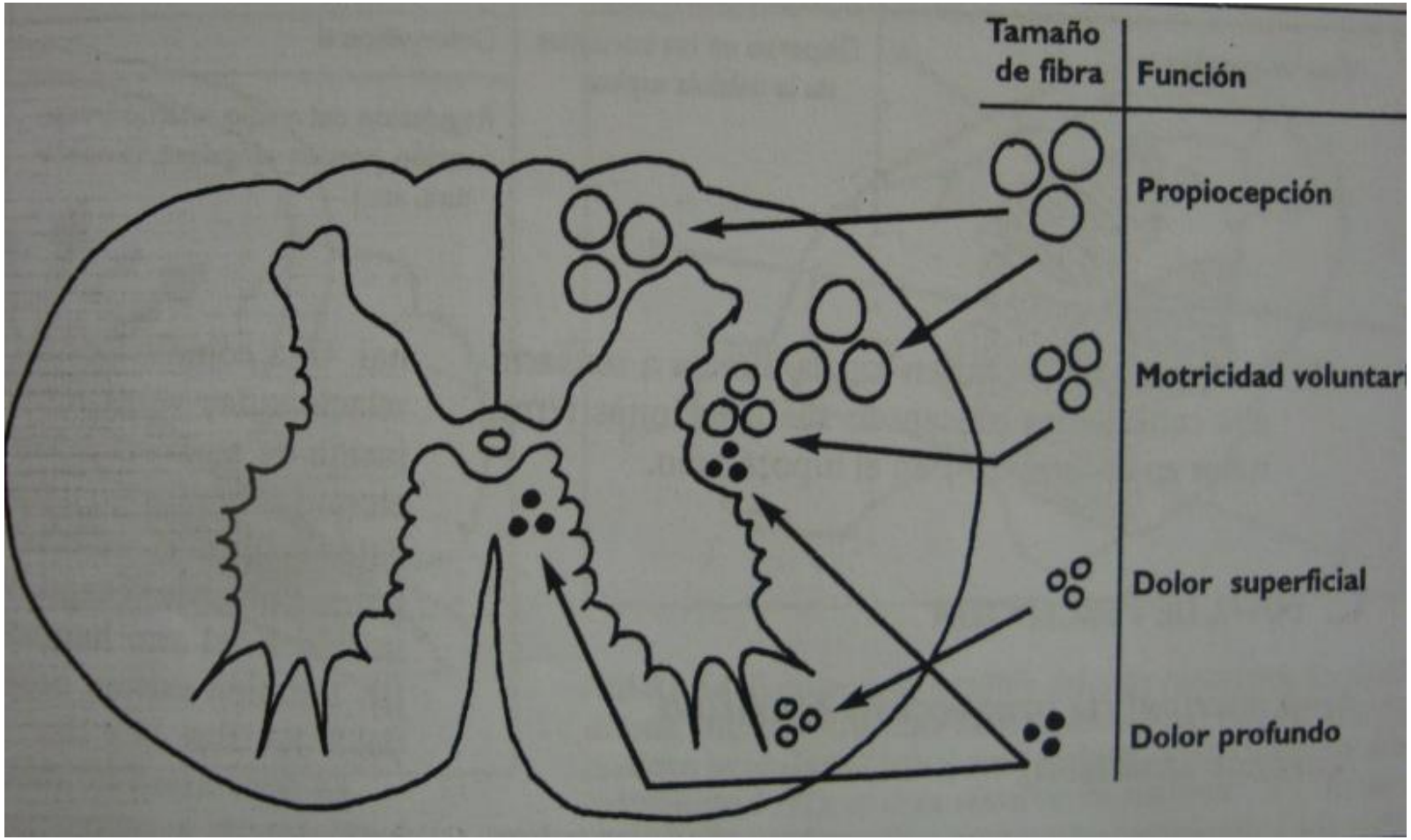
## Objetivos da aula:

1. A perda da dor profunda e a teoria dos tratos motores remanescentes
2. Como mais de 60% dos animais sem dor profunda voltam a andar mesmo sem cirurgia?
3. O andar medular existe?

**“Atualmente, é nossa opinião que uma parcela em torno de 30% dos cães poderá ter sua marcha funcional recobrada. Cabe aqui uma definição de marcha medular e sua relação com a capacidade ou não de sentir os membros. Muitos animais voltam a caminhar mesmo sem a recuperação da capacidade de perceber a dor profunda, valendo-se de outras informações para a execução do movimento. Já a marcha medular (“spinal walking”) é a simples movimentação aleatória, reflexa, dos membros posteriores, que resulta em uma marcha extremamente incoordenada e caótica, que pode ser produtiva ou não, dependendo da ocasião e do paciente. A correta avaliação do tipo de marcha encontrada é importante, pois a marcha medular é um resultado incomum e pouco eficiente, ao contrário daquela que tem uma maior coordenação com os membros anteriores, sendo de melhor qualidade.”**

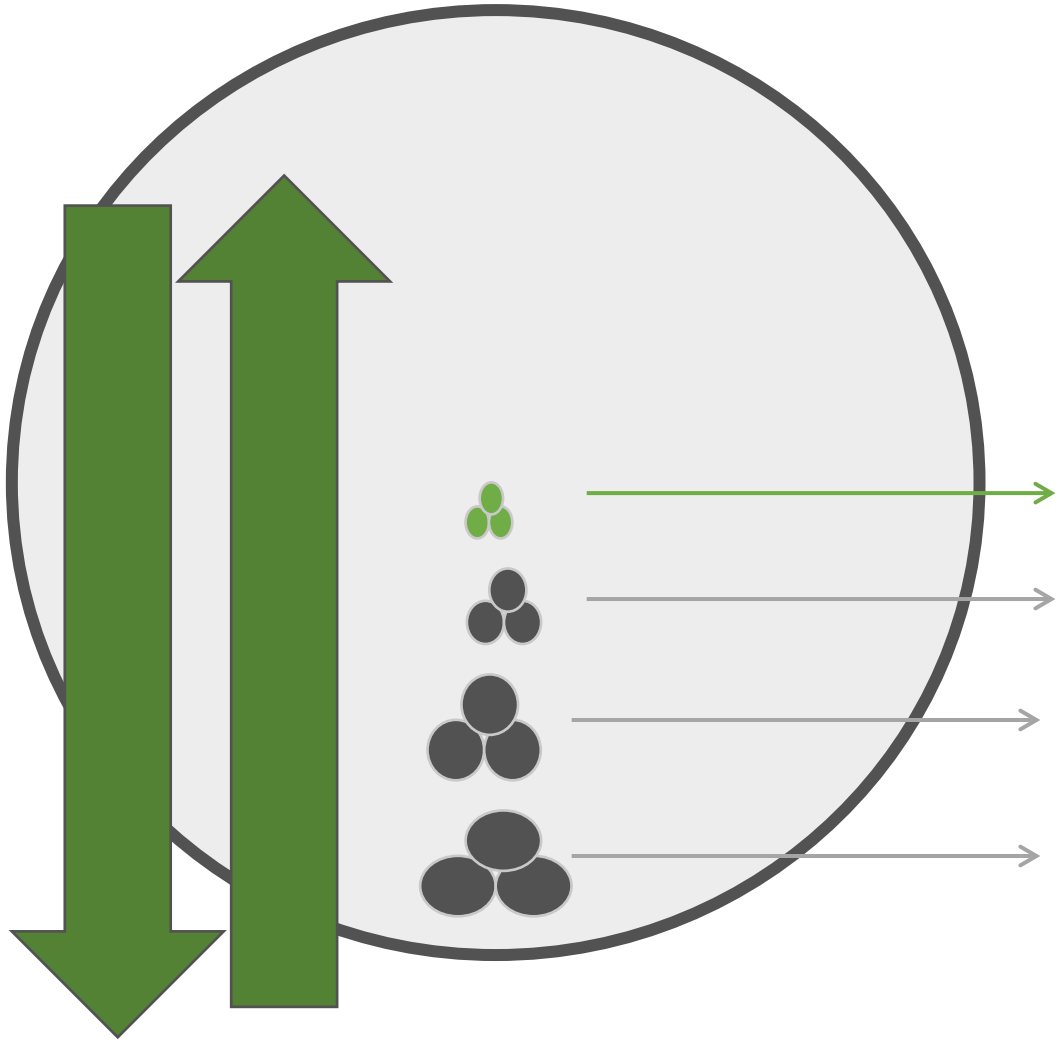
SCHAMAll, RAGNAR. Hérnia discal. In: LOPES, R. S. ; DINIZ, R. **Fisiatria em pequenos animais**. 2018

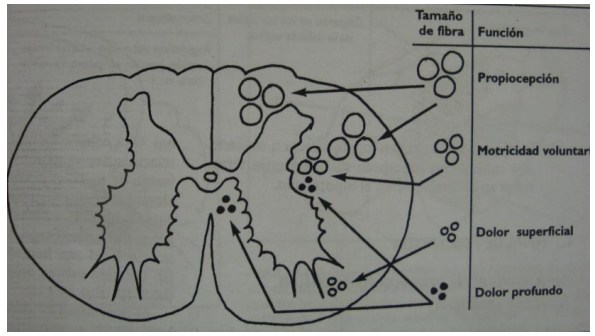
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br




FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Como animais paralisam e voltam a andar?






**Sensibilidade Profunda**

**Sensibilidade Superficial**

**Movimentos Voluntários**

**Propriocepção**

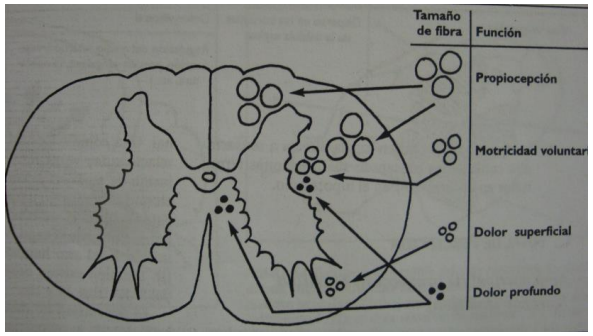
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

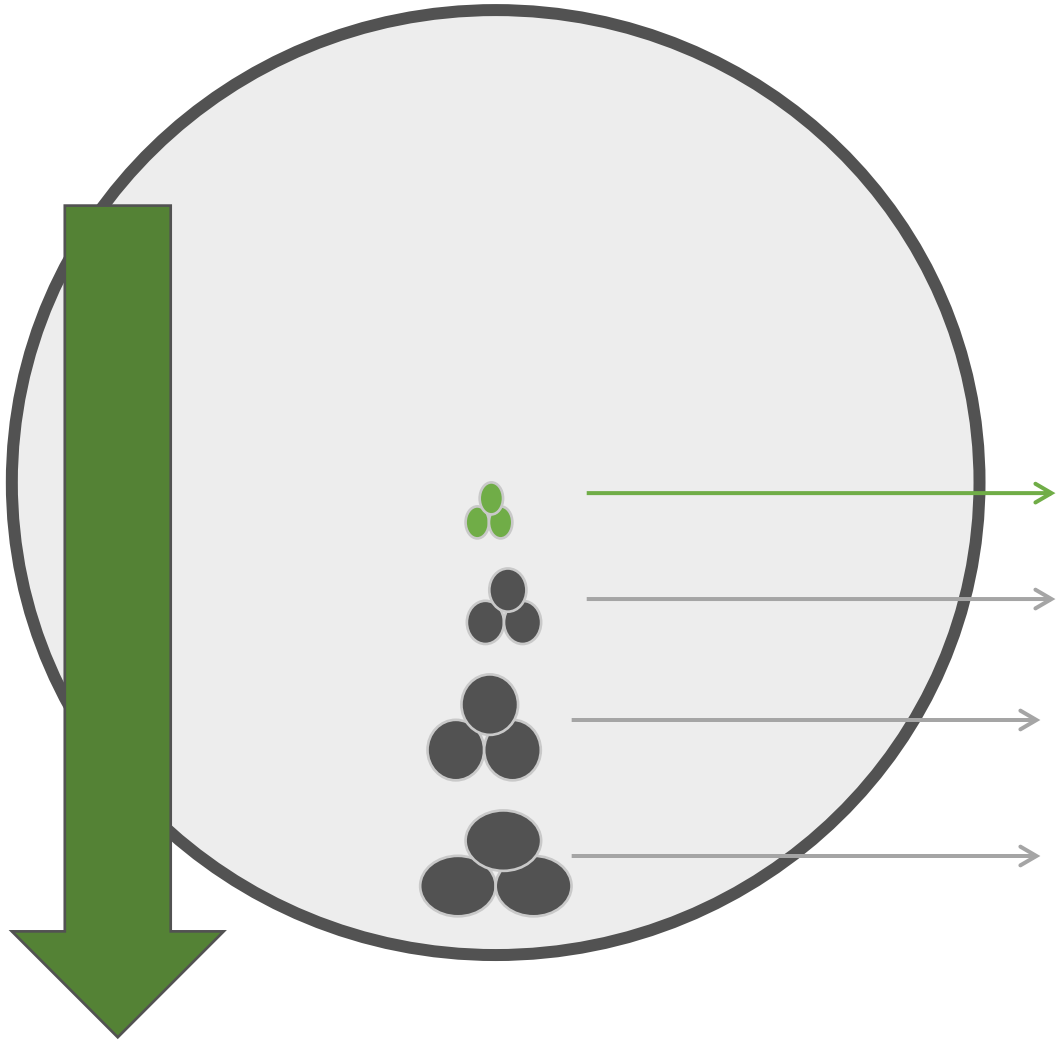
# Andar Medular = Andar sem coordenação encefálica, andar reflexo controlado pelos GPCs da medula

Dewey & Da Costa, 2015

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Como animais paralisam e voltam a andar?



**Sensibilidade Profunda**

**Sensibilidade Superficial**

**Movimentos Voluntários**

**Propriocepção**

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

1. A perda da dor profunda e a teoria dos tratos motores remanescentes

> J Neurotrauma. 2018 Feb 1;35(3):500-507. doi: 10.1089/neu.2017.5255. Epub 2017 Nov 17.

**The Relationship between Lesion Severity Characterized by Diffusion Tensor Imaging and Motor Function in Chronic Canine Spinal Cord Injury**

Melissa J Lewis [1] [2], Pew-Thian Yap [3], Susan McCullough [4], Natasha J Olby [1] [2]

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28974151/

Review > Front Vet Sci. 2020 Aug 26;7:560. doi: 10.3389/fvets.2020.00560. eCollection 2020.

**Ambulation in Dogs With Absent Pain Perception After Acute Thoracolumbar Spinal Cord Injury**

Melissa J Lewis [1], Nick D Jeffery [2], Natasha J Olby [3], Canine Spinal Cord Injury Consortium (CANSORT-SCI)

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33062648/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

The Veterinary Journal 237 (2018) 49–54

Contents lists available at ScienceDirect

The Veterinary Journal

journal homepage: www.elsevier.com/locate/tvjl

Original Article

# Somatosensory and motor evoked potentials in dogs with chronic severe thoracolumbar spinal cord injury

H.Z. Hu[a], N.D. Jeffery[b,a,*], N. Granger[b,1]

[a] Department of Veterinary Clinical Sciences, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA
[b] Department of Veterinary Medicine, University of Cambridge, Madingley Road, Cambridge, CB3 0ES, UK

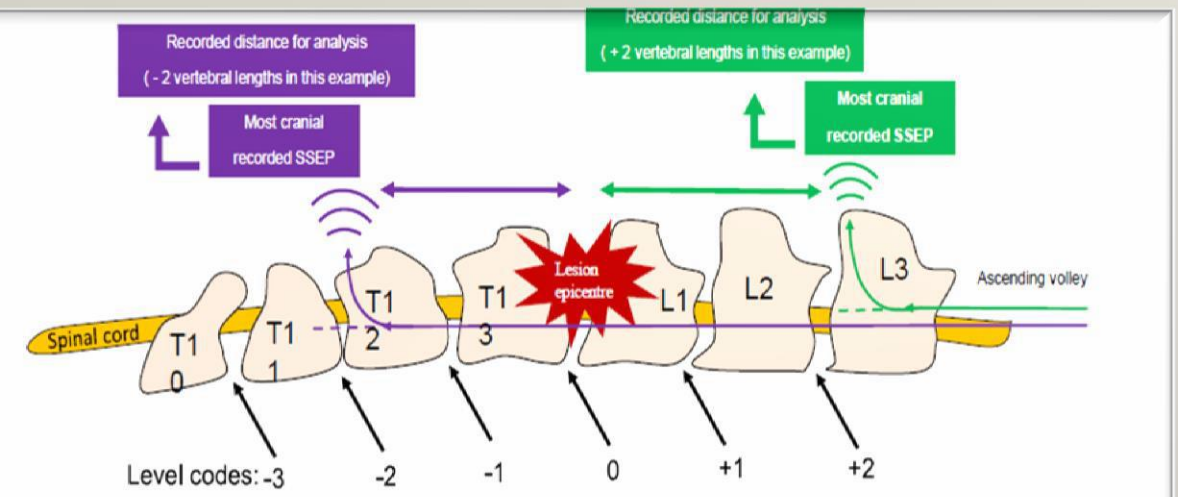



Fig. 1. Schematic diagram depicting measurement of distance between cranial-most site of somatosensory evoked potential recording and lesion epicenter site. Measurements were made in units of one vertebra, with each vertebral space allocated a code starting from T13-L1 = 0, corresponding to the sites at which consecutive

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30089545/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

**See 1 citation found by title matching your search:**

J Neurotrauma. 2017 Nov 1;34(21):2994-3002. doi: 10.1089/neu.2017.5012. Epub 2017 Jun 16.

**The Relationship between Trans-Lesional Conduction, Motor Neuron Pool Excitability, and Motor Function in Dogs with Incomplete Recovery from Severe Spinal Cord Injury.**

Lewis MJ[1,2], Howard JF Jr[3], Olby NJ[1,2].

Os dados eletrofisiológicos demonstraram claramente que cães sem percepção de dor **podem ter vias motoras intactas**. Além disso, demonstramos que a presença de MEPs (potenciais motores evocados) do membro pélvicos significativamente associada à deambulação independente e maiores escores de marcha.

Fornecendo forte evidência de que as redes motoras intra-espaciais **localizadas abaixo do local da lesão não são completamente desconectado de toda influência supra-espinhal** e que esta comunicação pode desempenhar um papel na recuperação.

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28462632/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Alta Clínica

LOPES, R.S.; **Discopatias vertebrais – tratamento cirúrgico e fisioterapia pós-operatória: relato de caso**; Tese de Conclussão do Curso de Pós Graduação em Ortopedia e Traumatologia da FMVZ-USP

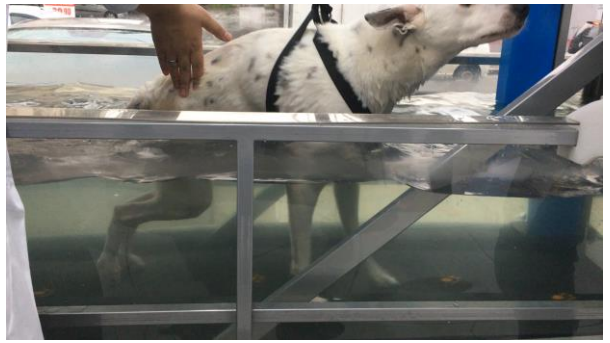
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Después de 6 meses de alta clínica

LOPES, R.S.; **Discopatias vertebrais – tratamento cirúrgico e fisioterapia pós-operatória: relato de caso**; Tese de Conclussão do Curso de Pós Graduação em Ortopedia e Traumatologia da FMVZ-USP

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

2. Como mais de 60% dos animais sem dor profunda voltam a andar mesmo sem cirurgia?



FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# REABILITAÇÃO DE CÃES COM LESÃO MEDULAR GRAU V, EM VÉRTEBRAS TORACOLOMBARES, SEM INTERVENÇÃO CIRÚRGICA

Tese Mestrado USP: Miriam Caramico (2019)

## Material e Método:

- 20 animais , com doença de disco grau V e sinais de lesão toracolombar
- Tempo médio para início da fisioterapia foi de 25 dias
- Laser, NMES, Cinesioterapia, Magnetoterapia e Hidroterapia, 2 x por semana de 5 meses a 1 ano.

## Resultado:

60% dos pacientes voltaram a deambular e 1 paciente apresentou retorno da dor profunda

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Ângela Martins (Portugal)

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

Published online 2021 Jul 3. doi: 10.3390/ani11071994 PMID: 34359122

## Spinal Locomotion in Cats Following Spinal Cord Injury: A Prospective Study

Ângela Martins,[1,2,3,4,*] Cátia Marina Silva,[1,2] Débora Gouveia,[2,4] Ana Cardoso,[2] Tiago Coelho,[2] Óscar Gamboa,[5] Eduardo Marcelino,[1,3] and António Ferreira[3,5]

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8388785/

Published online 2021 Jul 3. doi: 10.3390/ani11071994 PMID: 34359122

Spinal Locomotion in Cats Following Spinal Cord Injury: A Prospective Study

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8300158/

Review > Acta Vet Scand. 2021 May 30;63(1):22. doi: 10.1186/s13028-021-00585-z.

## Nervous system modulation through electrical stimulation in companion animals

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34053462/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

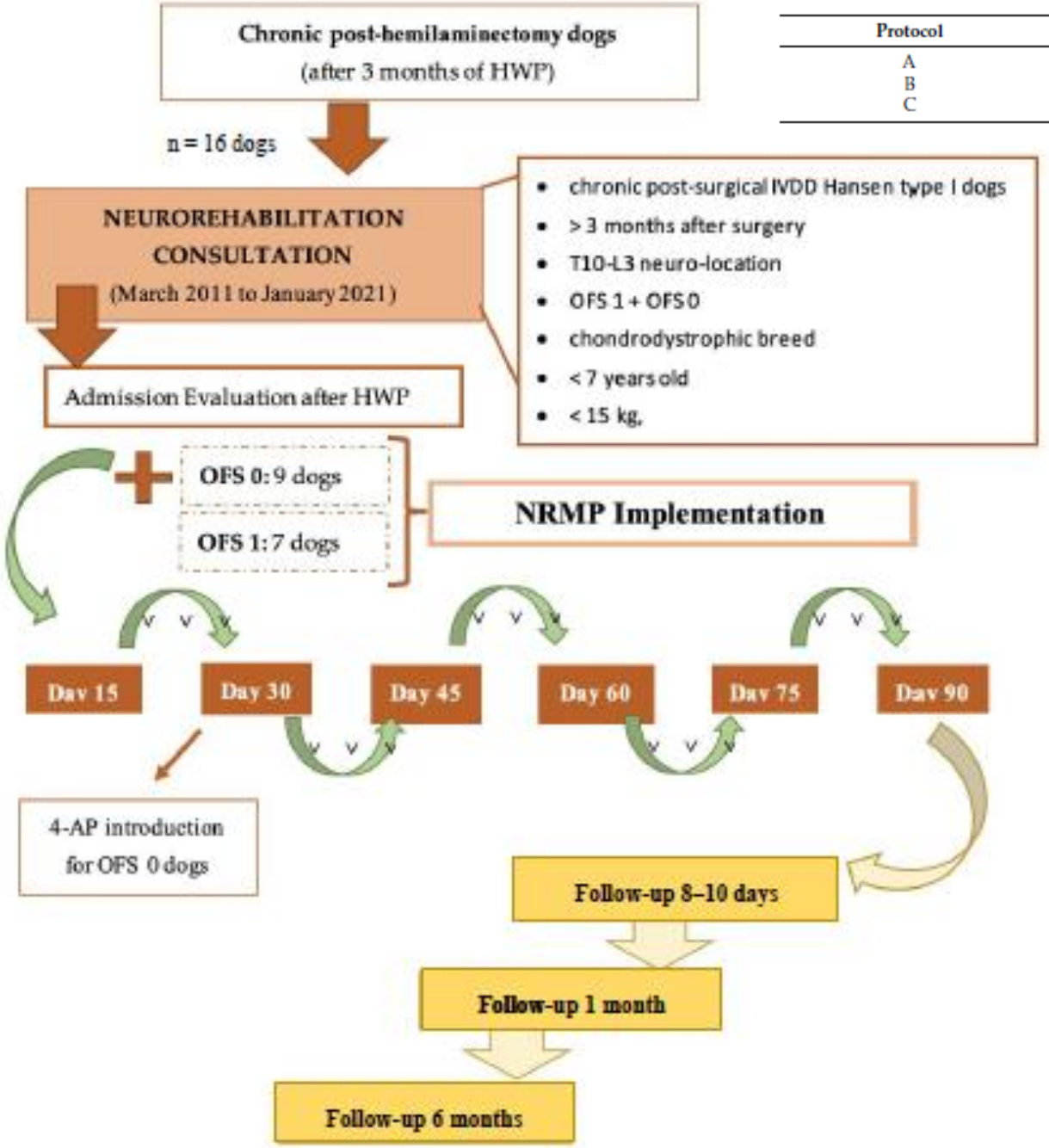


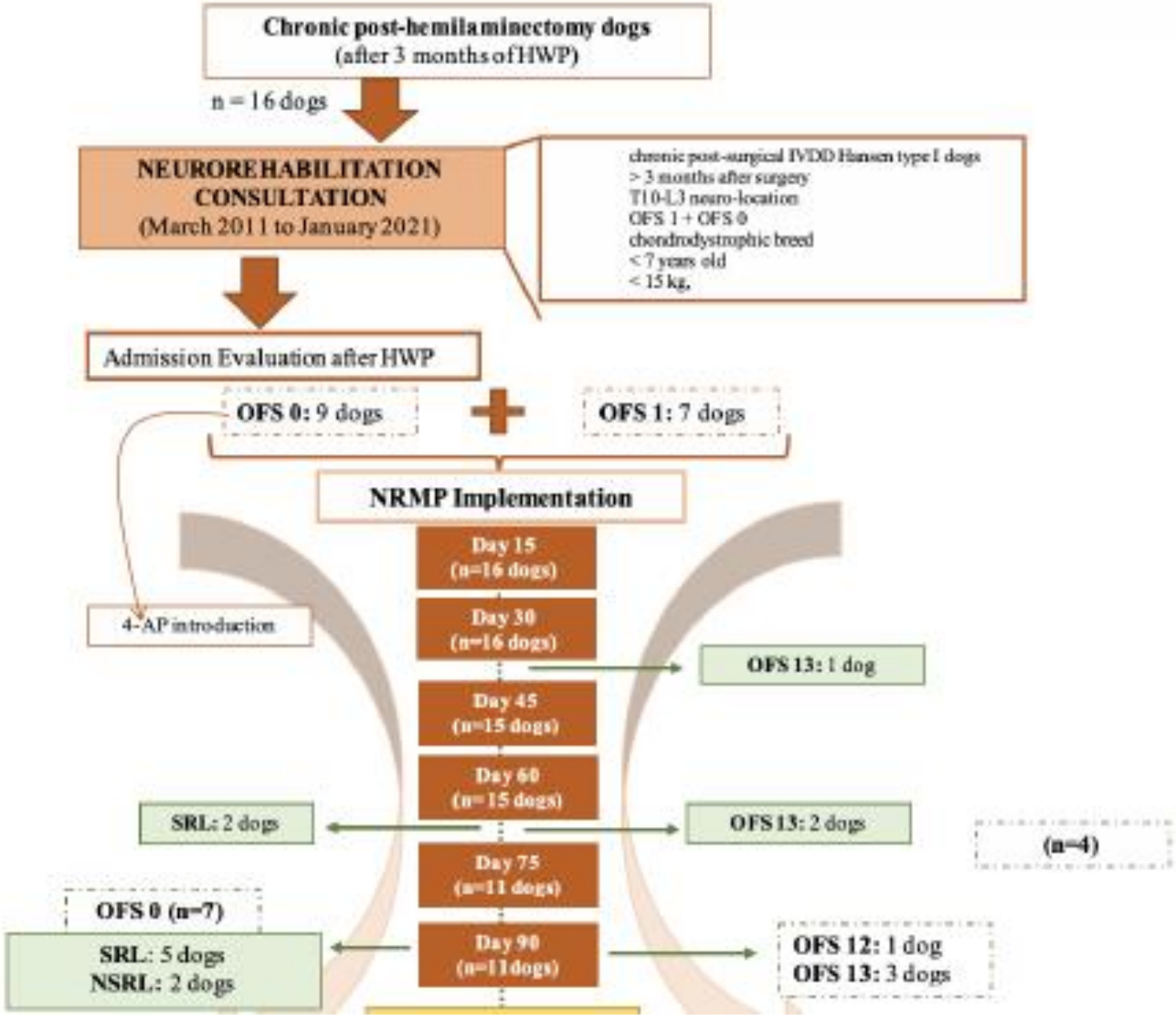

**Table 1.** Home Work Plan: Different types of protocols.

| Protocol | Description | Frequency |
|---|---|---|
| A | 30 min land treadmill | 3 days/week |
| B | 1 h leash ground walk | 4 days/week |
| C | 30 min underwater treadmill | 1–2 days/week |

**Table 2.** Land treadmill locomotor training.

| Week | Time Duration | Walking Speed | Frequency | Slope |
|---|---|---|---|---|
| 1st–2nd | Up to 5–10 min | 0.8–1.9 km/h | 4–6 times/day<br>6 days/week | - |
| 3rd–4th | Up to 20 min | 2 km/h | 2–4 times/day<br>6 days/week | - |
| 5th–6th | Up to 30 min | 2.2 km/h | 2–3 times/day<br>6 days/week | - |
| 7th–8th | Up to 40 min | 2.5 km/h | 2 times/day<br>6 days/week | 5° |
| 9th–10th | Up to 40 min | 2.5 km/h | 2 times/day<br>5 days/week | 10° |
| 11th–12th | Up to 40 min | 2.5 km/h | 1 time/day<br>5 days/week | 25° |

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br




## Resultados:

- 100% dos animais com dor profunda voltaram a andar, período médio de 47 dias.
- 78% (7/9) dos pacientes sem dor profunda desenvolveram a “locomoção espinhal reflexa” , período médio de 62 dias.
- O estado ambulatorial foi alcançado em 88% dos pacientes (14/16)

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Piramidal x Extrapiramidal

Brain Res. 2015 Mar 10;1600:84-92. doi: 10.1016/j.brainres.2014.11.003. Epub 2014 Nov 12.

**Activation of spinal locomotor circuits in the decerebrated cat by spinal epidural and/or intraspinal electrical stimulation.**

Lavrov I[1], Musienko PE[2], Selionov VA[3], Zdunowski S[4], Roy RR[5], Edgerton VR[5], Gerasimenko Y[6].

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

J Neurosci. 2008 Apr 9;28(15):3976-87. doi: 10.1523/JNEUROSCI.5692-07.2008.

**Prominent role of the spinal central pattern generator in the recovery of locomotion after partial spinal cord injuries.**

Barrière G[1], Leblond H, Provencher J, Rossignol S.

- 5 gatos sofreram uma secçao parcial da medula entre T10-T11 e ficaram paralisados
- Todos realizaram fisioterapia com treino locomotor e voltaram a andar
- Depois de algumas semanas, os mesmos gatos sofreram uma secção completa entre T13-L1 (abaixo da primeira sessão)
- Todos voltaram a caminhar depois de 8 horas da secção completa da medula.
- **Conclusão: Houve ativação dos Geradores de Padrão Central e memorização medular**

# GPC: Geradores de Padrão Central

- **Definição:** Vias neurais que são usadas para **controlar as atividades motoras rítmicas**, tais como a locomoção, mesmo na ausência de informação sensorial ascendente e supra espinhal motora. (Guertin, 2014)

Localização dos GPC no SNC. Adaptado de Grillner, 2006.

- Os GPC medulares não exercem a sua função de uma forma isolada, os mesmos **interagem com informação proveniente do Sist. Sensorial e do Sist. Motor** através de receptores presentes nos músculos, articulações e pele, que moldam a locomoção (Rossignol & Frigon, 2011).

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Retorno da Locomoção

- Neuroplasticidade
- Neuromodulação
- Memorização

Figure 1: Lokomat robotic gait orthosis (Hocoma AG

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Reabilitação em pacientes com lesões neurológicas

- **Pacientes paralisados**

## Treino Locomotor:

***Treino Bipedal:*** Maior estímulo das informações aferentes sensoriais dos MP, aumentando o arco reflexo e modulando os geradores de ambulação espinhal.

***Treino quadrupedal***: Maior neuromodulação e coordenação entre os MT e MP, obtendo-se uma locomoção mais aperfeiçoada (Martins, 2018)

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# ❑ Neuroplasticidade

- Plasticidade sináptica: capacidade de alteração da força sináptica em circuitos já existentes que não tenham sido lesionados
- Plasticidade anatômica: pelo desenvolvimento de novos circuitos através da reorganização anatômica e de desenvolvimento de ramos de axônios e/ou dendrites.

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

Review > Neural Plast. 2016;2016:1216258. doi: 10.1155/2016/1216258. Epub 2016 May 11.

## A Review on Locomotor Training after Spinal Cord Injury: Reorganization of Spinal Neuronal Circuits and Recovery of Motor Function

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27293901/

Review > Exp Neurol. 2017 Jan;287(Pt 3):374-383. doi: 10.1016/j.expneurol.2016.06.029. Epub 2016 Jun 29.

## Rodent spinal cord injury models for studies of axon regeneration

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27374113/

Review > Am J Pathol. 2018 Jan;188(1):53-62. doi: 10.1016/j.ajpath.2017.09.005. Epub 2017 Oct 10.

## Determinants of Axon Growth, Plasticity, and Regeneration in the Context of Spinal Cord Injury

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29030051/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

Surg Neurol Int. 2019 Mar 26;10:50. doi: 10.25259/SNI-73-2019. eCollection 2019.

# Reconstruction of the spinal cord of spinal transected dogs with polyethylene glycol

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31528388/

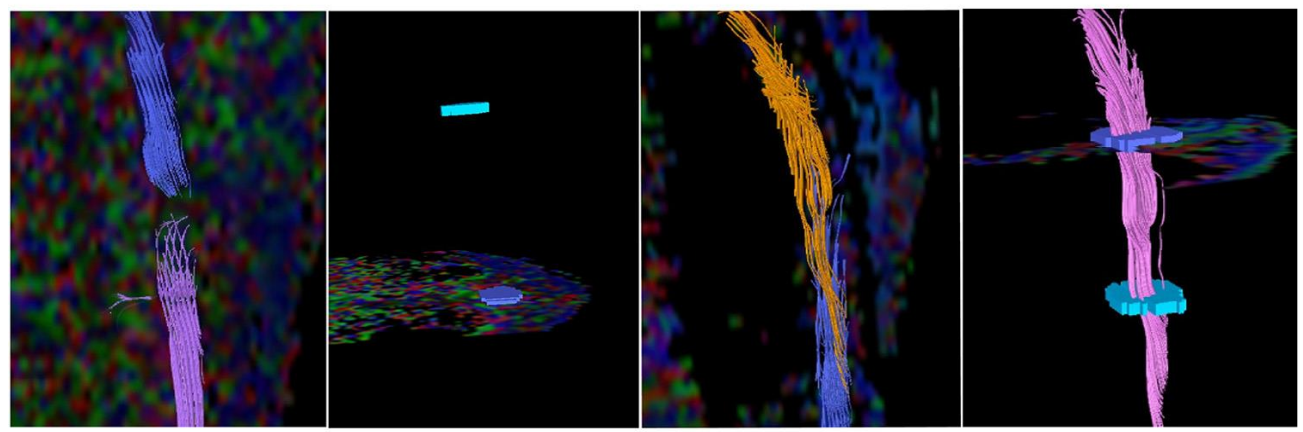
Comment Surgery. 2019 Feb;165(2):486-496. doi: 10.1016/j.surg.2018.05.057. Epub 2018 Jul 17.

# Restoration of motor function after operative reconstruction of the acutely transected spinal cord in the canine model

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30029986/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

A B



C D E F

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# ❑ Neuromodulação

**PICs: Correntes despolarizantes persistentes**

- Correntes despolarizantes mediadas por canais de cálcio e sódio, que tem a **capacidade de passar os neurônios motores espinhais de meros condutos passivos para precursores ativos de sinais elétricos**

- Dependem da presença de monoaminas neuromoduladoras, como a **serotonina e norepinefrina**, que são produzidas nas células do tronco cerebral, as quais projetam e difundem os seus axônios nos segmentos da medula espinal.

- A **neuromodulação relaciona-se com a modulação correta das PICs**, de modo obter-se um efeito excitatório de amplificação, bem como de sustentação do desequilíbrio neural

- 4-aminopiridina (Fampyra – 0,3 – 1,1 mg/kg)

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Neuromodulação

Lesão medular

Desmielinizaçao axonal e interferência da condução axonal

Diminuição da mielina e exposição dos canais de k+

Hiperativaçao dos canais de K+

Blight, 1989; Lim *et al.*, 2014; Martins, 2016

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Neuromodulação

fampyra 10 mg
fampridin

J Neurotrauma. 2019 May 1;36(9):1428-1434. doi: 10.1089/neu.2018.5975. Epub 2018 Dec 12.

**Predictors of Response to 4-Aminopyridine in Chronic Canine Spinal Cord Injury.**

Lewis MJ[1], Laber E[2], Olby NJ[3,4].

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30235970/

PLoS One. 2014 Dec 31;9(12):e116139. doi: 10.1371/journal.pone.0116139. eCollection 2014.

**Potassium channel antagonists 4-aminopyridine and the T-butyl carbamate derivative of 4-aminopyridine improve hind limb function in chronically non-ambulatory dogs; a blinded, placebo-controlled trial.**

Lim JH[1], Muguet-Chanoit AC[2], Smith DT[3], Laber E[4], Olby NJ[1].

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25551385/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Neuromodulação

Clinical Trial > J Neurotrauma. Summer 1991;8(2):103-19. doi: 10.1089/neu.1991.8.103.

**The effects of 4-aminopyridine on neurological deficits in chronic cases of traumatic spinal cord injury in dogs: a phase I clinical trial**

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1870134/

> J Neurotrauma. 2018 May 1;35(9):1057-1068. doi: 10.1089/neu.2017.5297. Epub 2018 Mar 13.

**Parallel Evaluation of Two Potassium Channel Blockers in Restoring Conduction in Mechanical Spinal Cord Injury in Rat**

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29228863/

> Exp Neurol. 2011 Jan;227(1):232-5. doi: 10.1016/j.expneurol.2010.11.004. Epub 2010 Nov 17.

**Potassium channel blocker, 4-aminopyridine-3-methanol, restores axonal conduction in spinal cord of an animal model of multiple sclerosis**

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21093437/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Neuromodulação

fampyra 10 mg
fampridin

> Chin Med J (Engl). 2001 Feb;114(2):155-61.

**Recording of spared motor evoked potentials and its augmentation by 4-aminopyridine in chronic spinal cord-injured rats**

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11780197/

Clinical Trial > J Neurotrauma. 2001 Aug;18(8):757-71. doi: 10.1089/089771501316919120.

**Effects of 4-aminopyridine on motor evoked potentials in patients with spinal cord injury: a double-blinded, placebo-controlled crossover trial**

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11526982/

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Memorização

- Depende de repetições para ter memorização

  (Thompson, 2015)

- Memorização em humanos 60-90 min diários

  (Dietz, 2004)

- Memorização em cães 400 a 600 repetições

  diárias (Carr, 2013).

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Memorização

- Em ratos, melhor resposta em diversas sessões de 3 a 10 minutos do que uma de 60 a 90 minutos (Battistuzzo, 2012)
- A memorização depende do tipo e da qualidade do treino locomotor (Martins, 2018)

- Recomendo treino locomotor de no mínimo 20 minutos diários, 4 x na semana

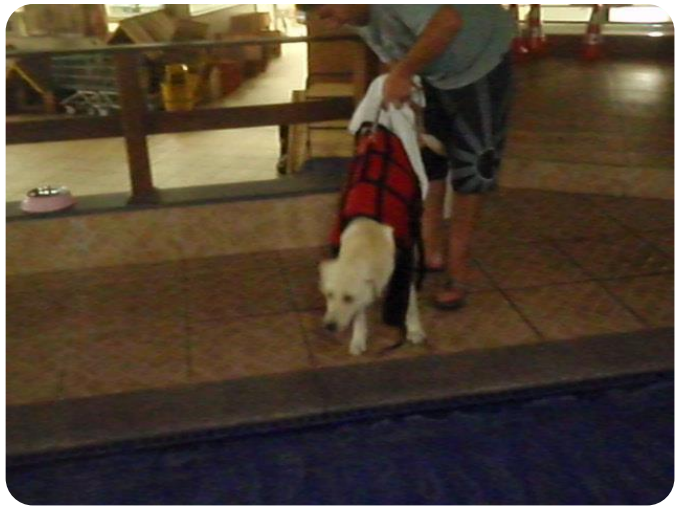
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Cadeirinha de rodas

**Kerdog - Sophia Dog Chair**

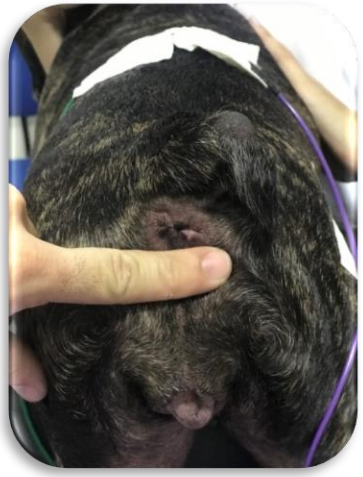
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Reabilitação em pacientes com lesões neurológicas



FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Reabilitação em pacientes com lesões neurológicas



Estimula defecação líquida

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

**Neuroreabilitação**

**Mudanças fisiológicas e celulares**
**Liberação de mediadores de neuroplasticidade**

# Reorganização neural

# Aumento da função motora e contração muscular

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Locomoção Fictícia Funcional

## Sintomas de Evolução

- ❑ Reflexos Espinhas de NMS
- ❑ Reflexo cutâneo do tronco positivo
- ❑ H-corrente
- ❑ Tônus do Musculo Reto Abdominal
- ❑ Movimento involuntário da cauda após estimulação
- ❑ Estação ativa

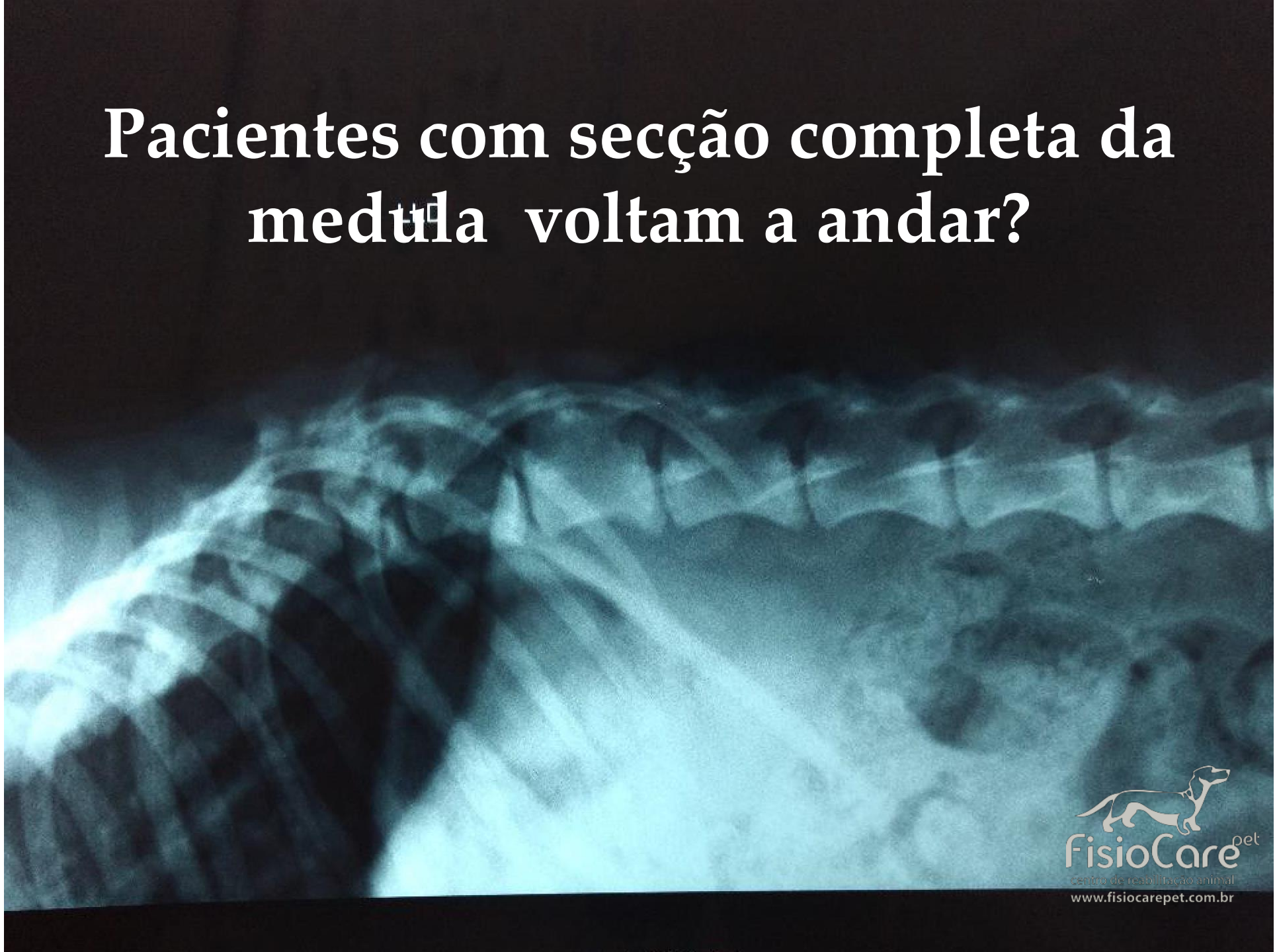
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

## 3. O andar medular existe?

# Spinal Walking / Andar medular

- ✓ Atividade espinhal intrínseca
- ✓ Deve-se à ativação do gerador de deambulação espinhal
- ✓ Andar incoordenado com ausência de dor profunda
- ✓ Incontinência urinária geralmente continua ausente

# Pacientes com secção completa da medula voltam a andar?




FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Pacientes com secção completa da medula voltam a andar?

Citation

Shurrager, P. S., & Dykman, R. A. (1951). Walking spinal carnivores. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 44*(3), 252-262.
http://dx.doi.org/10.1037/h0059889

Ann Surg. 1952 Aug;136(2):193-205.

**Return of function after complete transection of the spinal cord of the rat, cat and dog.**

FREEMAN LW.

J Vet Intern Med. 2017 Mar;31(2):492-497. doi: 10.1111/jvim.14651. Epub 2017 Feb 26.

**Acquisition of Involuntary Spinal Locomotion (Spinal Walking) in Dogs with Irreversible Thoracolumbar Spinal Cord Lesion: 81 Dogs.**

Gallucci A[1], Dragone L[2], Menchetti M[1], Gagliardo T[1], Pietra M[1], Cardinali M[1], Gandini G[1].

**Pesq. Vet. Bras. vol.37 no.8 Rio de Janeiro Aug. 2017**

http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x2017000800012

PEQUENOS ANIMAIS

**Desenvolvimento de caminhar espinal em cães paraplégicos com fraturas e luxações vertebrais toracolombares**

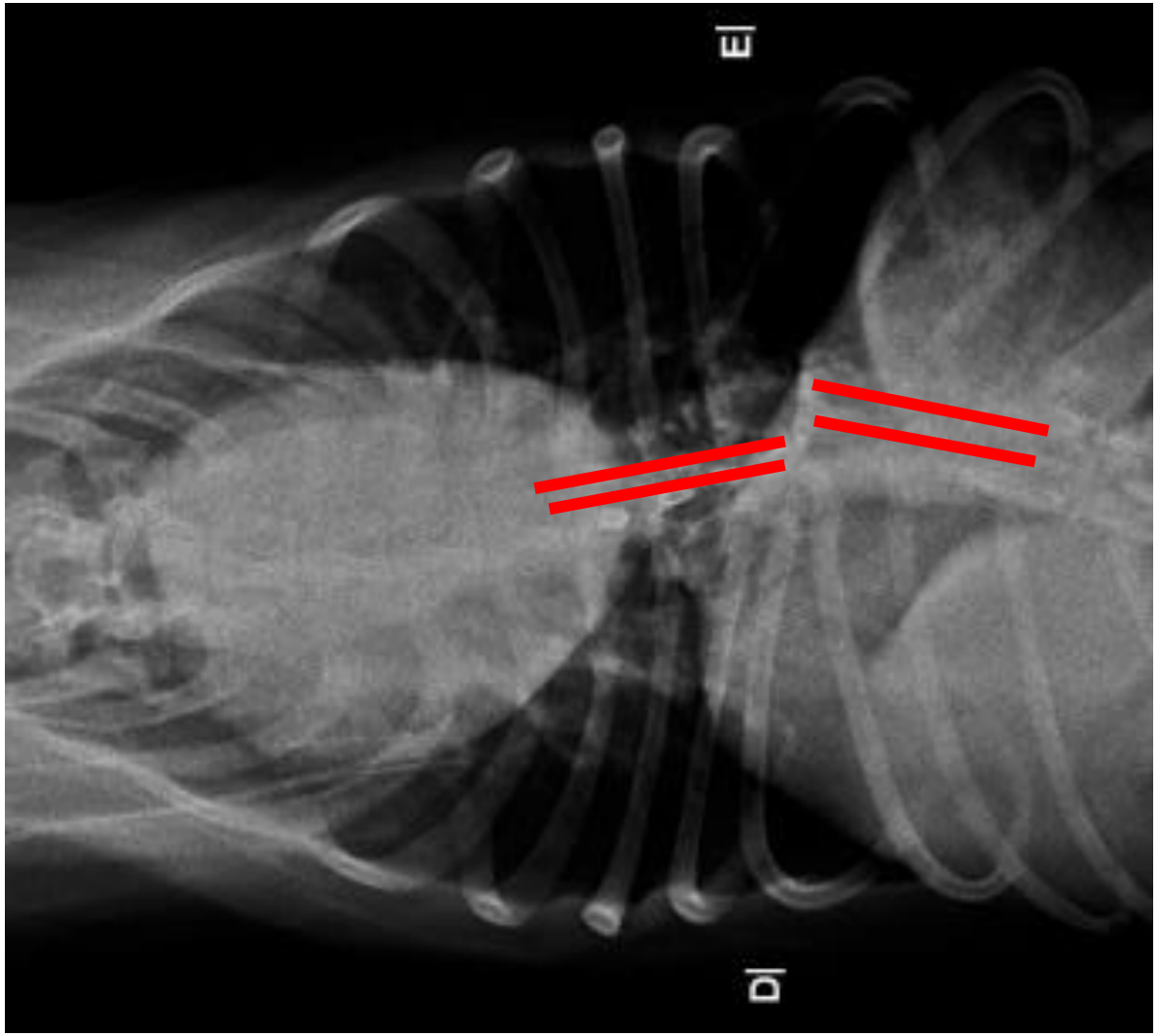
FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

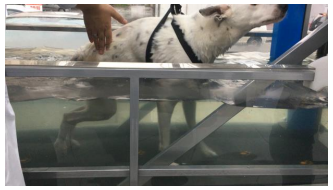
# Pacientes com secção completa da medula voltam a andar?

Sim!!!

FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Luxación Vertebral



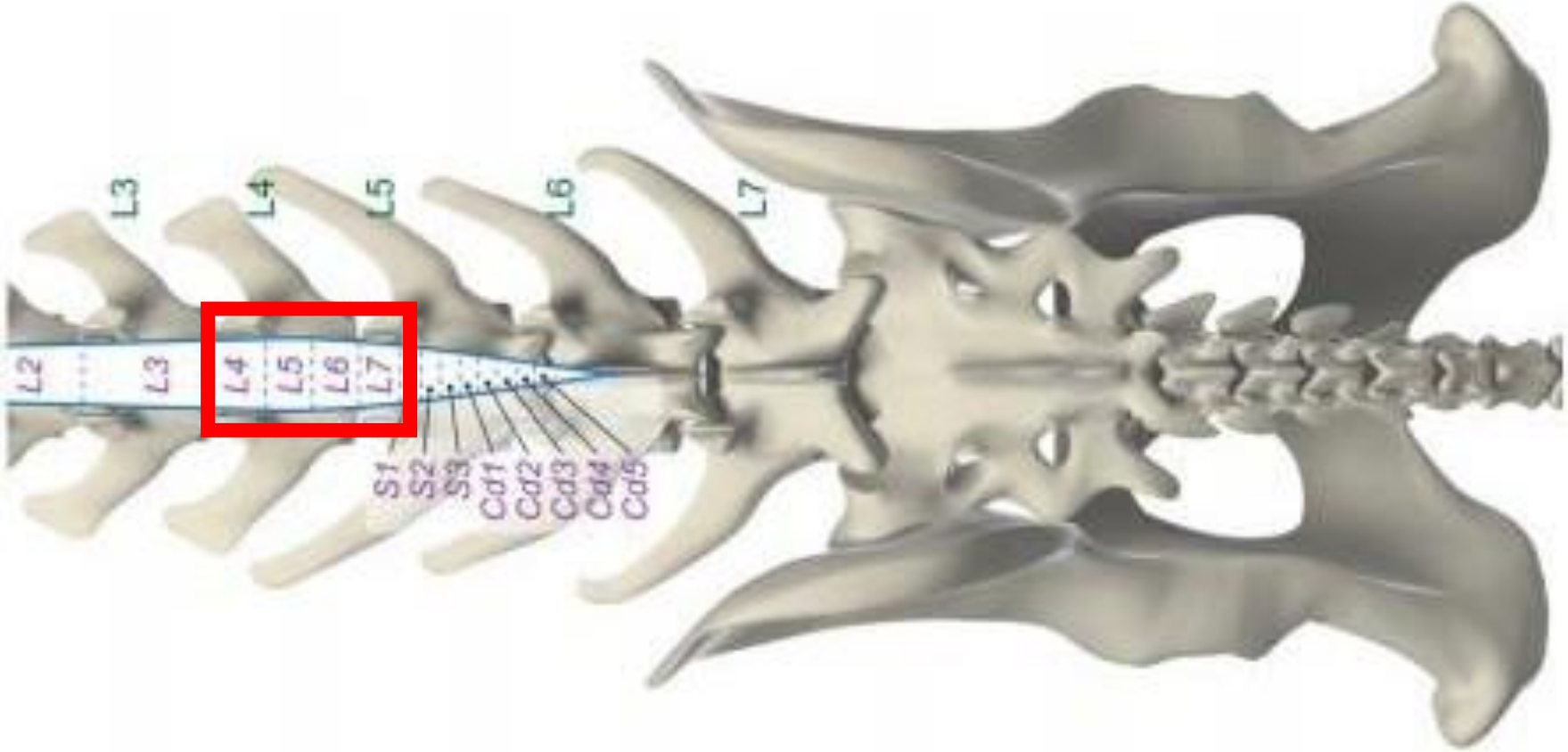



FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

# Como animais voltam a andar?

- ✓ **Pacientes Paralisados com dor profunda**
  - ❑ **Andar consciente com controle encefálico**
- ✓ **Pacientes Paralisados sem dor profunda**
  - ❑ **Andar Inconsciente – Andar Medular**
  - ❑ **Andar consciente - atáxico sem dor profunda**

# Discussão "Andar Medular"




FisioCare pet
centro de reabilitação animal
www.fisiocarepet.com.br

FisioCare pet
centro de reabilitação animal

# 4º CURSO AVANÇADO DE NEUROREABILITAÇÃO

## 09 e 10 JULHO

2022

*Consulte cronograma e condições de pagamento em*
**WWW.FISIOCAREPET.COM.BR/CURSOS**

**CURSO PRESENCIAL**

FisioCare pet

centro de reabilitação animal

www.fisiocarepet.com.br

# SEJA UM FRANQUEADO FISIO CARE PET

# Muito Obrigado!!


(011) 9 9821.2752

ricardolopes.fisio@yahoo.com.br

@ricardo.lopes.vet

fisiocarepet.com.br