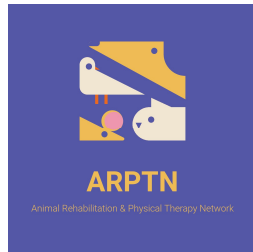


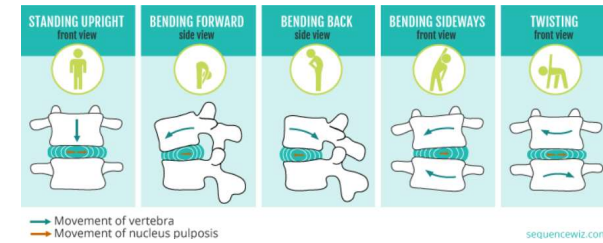
Animal Rehabilitation & Physical Therapy Network ARPTN



SINCE 2023

本日の流れ

①ヒトの椎間板ヘルニア、イヌの椎間板ヘルニア
～力学的・遺伝学的な視点からみた椎間板ヘルニア～

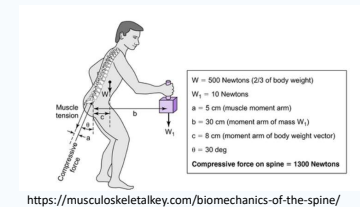


ヒトの椎間板ヘルニア、イヌの椎間板ヘルニア Vol.2

- ① ヒトのIVDHの力学的な病態
- ② イヌのIVDHの力学的な病態
- ③ ヒトのIVDHは遺伝する？
- ④ イヌのIVDHの遺伝学的な問題

①ヒトのIVDHの力学的な病態

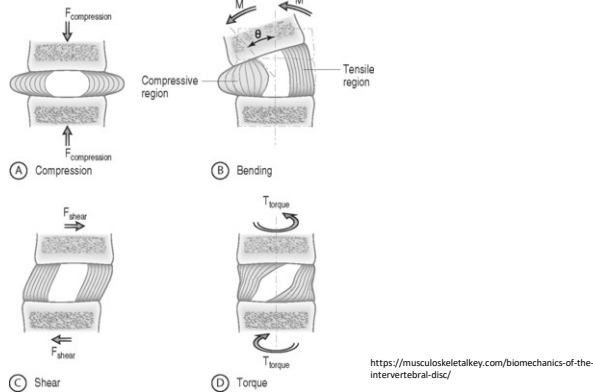
- 《力学的なポイント》
- 日常的な椎間板へのストレス
 - 不良姿勢
 - 繰り返し動作
 - 圧迫ストレスによる終板骨折
 - 椎間板の損傷・変性



<https://musculoskeletalkey.com/biomechanics-of-the-spine/>

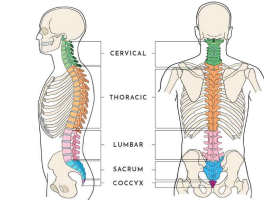
椎間板に加わる力学的ストレス

- 圧迫
- 曲げ応力
- 剪断力
- ねじれ

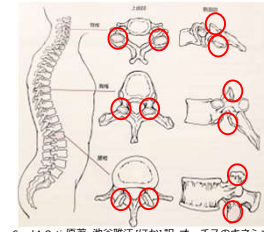


胸椎・腰椎の特徴

- 圧迫負荷に対する正常な胸郭の支持性は、胸椎のみと比較して4倍の強度がある
- 頸椎・胸椎・腰椎で椎間関節の形状が違う
- 胸椎は回旋・側屈、腰椎は屈曲・伸展が主な動き



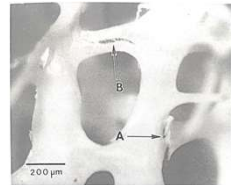
https://www.optimumep.com.au/blog/what-is-the-thoracic-spine-and-why-is-it-painful



Carol A. Oatis原著、池谷雅江(ほか)訳: オースのキネシオロジー - 身体運動の力学と病態力学、ラウンドフラット、2012

椎間板の役割は衝撃吸収ではない？

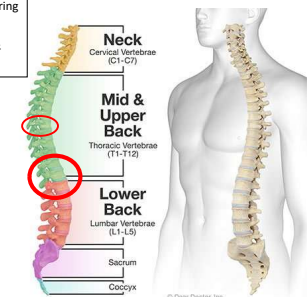
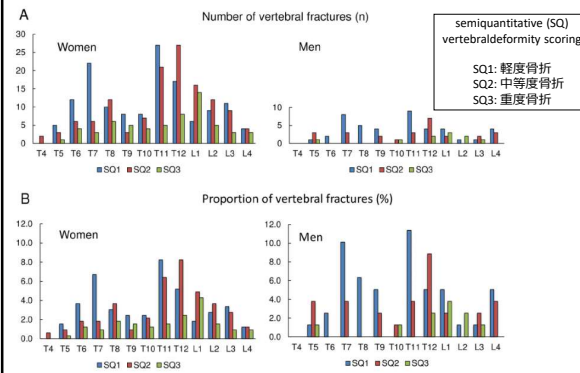
- 主な脊柱に加わるストレスの吸収は椎体の海綿骨
- 椎間板の損傷は関節不安定性の要因となり、二次的な炎症を引き起こす → コルセット有用
- 椎体の骨棘形成は、終板の変性や椎間板の膨隆の続発的变化(数年かかる)



圧縮ストレスによる終板の隆起によって海綿骨の骨梁に亀裂

Fyhrie DP, Schaffler MB: Failure mechanisms in human vertebral cancellous bone. Bone 1994; 15:105-109

ヒトの脊椎にかかるストレス



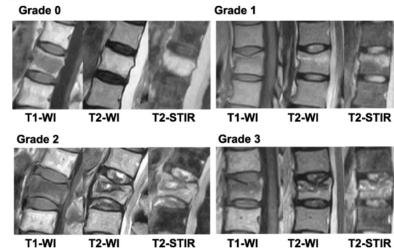
Borgen TT, et al: High prevalence of vertebral fractures and low trabecular bone score in patients with fragility fractures: A cross-sectional sub-study of NoFRACT. Bone. 2019 May;122:14-21

髄核の粘性

- 髄核は高い粘性がある
- 圧縮ストレスで終板骨折を招くことがある
- 圧力を失った髄核により線維輪が突出する

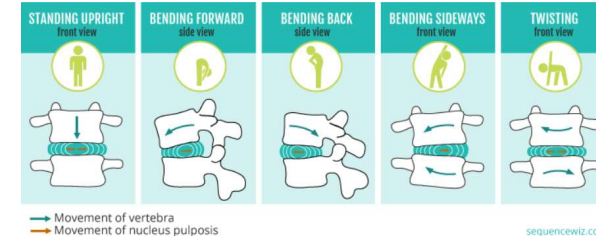
【髄核が圧力を失う要因】

- ①終板骨折
- ②髄核の変性
- ③線維輪の損傷



Fujiwara T, Akeda K, Yamada J, Kondo T, Sudo A. Endplate and intervertebral disc injuries in acute and single-level osteoporotic vertebral fractures: is there any association with the process of bone healing? BMC Musculoskelet Disord. 2019 Jul 19;20(1):336.

椎間板への負荷に伴う髄核の偏位



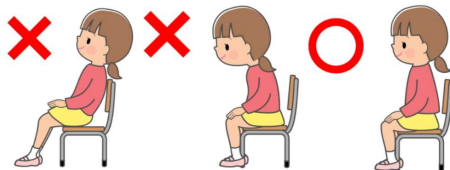
最大屈曲⇒伸展・回旋・側屈の動きがハイリスク



<https://orthotoc.com/cause-of-disc-herniation/>

腰椎の不良姿勢

- 持続的な負荷により負荷に対する耐性が徐々に低下
- 生理的彎曲を維持することで持続的な負荷を軽減



<https://www.nozomi-clinic.jp/saijo/ldh>



・・・だが、
「腰痛に良い正しい姿勢」が万能ではなく、
持続的な姿勢を保持しないことが重要

②イヌのIVDHの力学的な病態

《力学的なポイント》

- 日常的な椎間板へのストレス
- 不良姿勢
- 繰り返し動作
- 圧迫ストレスによる終板骨折
- 椎間板の損傷・変性

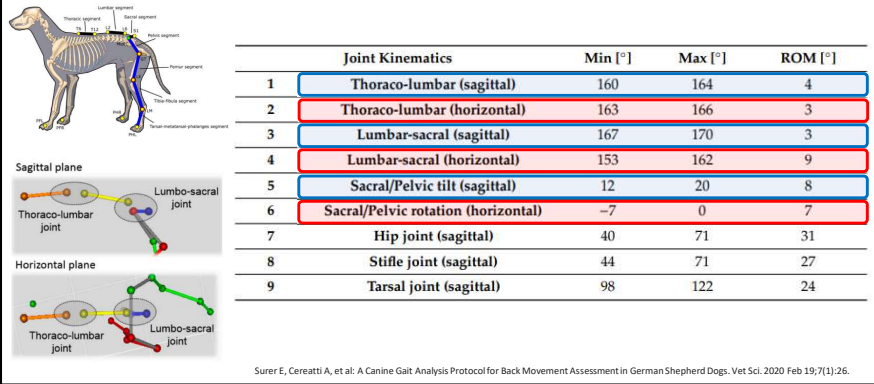
ヒト

《力学的なポイント》

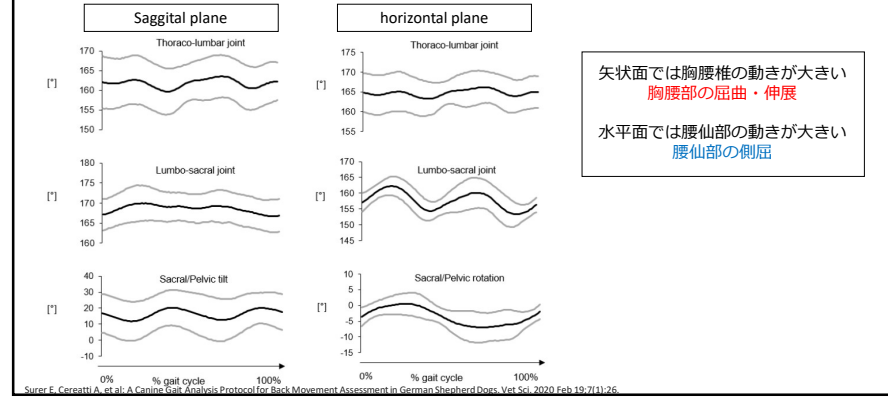
- 日常的な椎間板へのストレス
- 不良姿勢
- 繰り返し動作
- 圧迫ストレスによる終板骨折
- 椎間板の損傷・変性

イヌ

歩行中のイヌの胸腰椎の動き



歩行中の胸腰椎移行部・腰仙椎移行部の動きと仙骨・骨盤の傾き



イヌの胸椎・腰椎の特徴

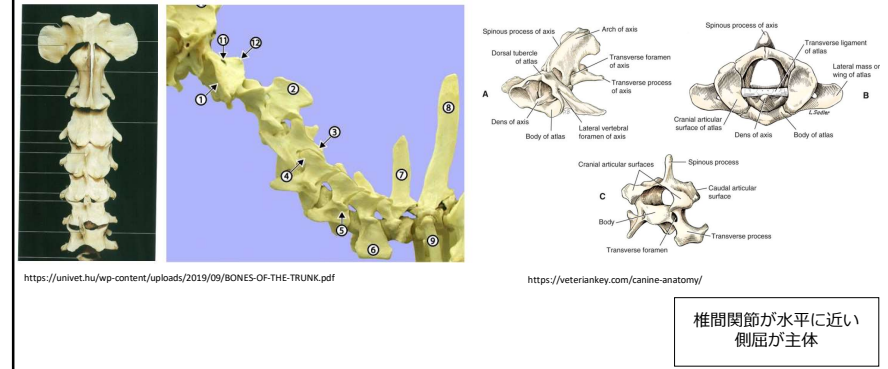
・胸椎13個、腰椎7個 → 人よりも多く可動性が高い

・椎体の大きさ、関節面
・椎間関節の角度と可動性

専門書にも記載がほとんどない
イラストはやや不明瞭
模型で推察する方がよさそうだが、、、
高い\;;'ω´)



頸椎



胸椎

Anticlinal region
Thoracic spine
Spine
Anticlinal vertebra T11
Lumbar spine

<https://univet.hu/wp-content/uploads/2019/09/BONES-OF-THE-TRUNK.pdf>

Cranial?

Mamillary process
Spinous process
Caudal articular surface
Transverse process
Cranial articular surface
Lamina
Costal fovea of transverse process
Caudal articular surface
Pedicle
Cranial costal articular surface
Body

A

B

T11
T9-10 Facet Joint
T10-11 Facet Joint
T12-13 Facet Joint
T13 Mammillary Process
T12
T13 BSP
T13

胸椎椎間関節の情報が極端に少ない
T9-10まで水平に近い
⇒ 側屈・回旋が主体
T10-11から垂直に近い
⇒ 屈曲（伸展）が主体

<https://todaysveterinarypractice.com/integrative-alternative-medicine/manipulative-therapies-for-hip-and-back-hypomobility-in-dogs/>

<https://veteriankey.com/canine-anatomy/>

腰椎

Spinous process
Cranial articular surface
Mamillary process
Caudal articular process
Accessory process
Vertebral foramen
Transverse process
Body

A **B**
C **D**
E

垂直に近い形状、やや外側に傾く
屈曲（伸展）が主体
形状がかなり違う様子も見られる（頸椎・胸椎も？）

<https://veteriankey.com/canine-anatomy/>

Benninger M, et al: Effects of anatomic conformation on three-dimensional motion of the caudal lumbar and lumbosacral portions of the vertebral column of dogs. Am J Vet Res. 2006 Jan;67(1):43-50.

イヌの髄核の変性

- 終板は保たれている
- 髄核の変性が主な椎間板の障害

ヒトとイヌの椎体の形状の違いが終板の強度に影響？

A **Pfirrmann grade** **Thompson grade**

1 2 3 4 5

Cracks/Clefts
Nerve invasion?
Blood vessels?

Wafa Mbarki, et al. Interdisciplinary Neurosurgery, Volume 22, 2020, 100837

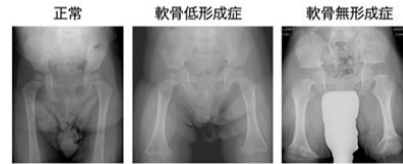
da Costa RC, De Decker S, Lewis MJ, Volk H; Canine Spinal Cord Injury Consortium (CANSORT-SCI) Diagnostic Imaging in Intervertebral Disc Disease. Front Vet Sci. 2020 Oct 22;7:588338.

③ヒトのIVDHは遺伝する？

- 腰椎椎間板ヘルニアや椎間板症の発症にはさまざまな背景が寄与しており、遺伝的背景もその1つにあげられる
- Type IXコラーゲン、Type XIコラーゲン、CILP（軟骨内蛋白質）、ビタミンD受容体の遺伝子多型性の関与が報告されているが、民族間での差異や発症頻度に差があり、今後詳細な検討が望まれる
(腰椎椎間板ヘルニア診療ガイドラインより)

ヒトの軟骨異栄養症は？

- ヒトの軟骨異栄養症は、軟骨無形成症・軟骨低形成症の総称
- 10万人中3~4人
- 常染色体優性遺伝だが、80%以上は健常な両親から生まれた突然変異
- 線維芽細胞増殖因子受容体3 [fibroblast growth factor receptor 3 (FGFR3)]の変異が認められる



腸骨翼の低形成、座骨切痕の短縮、大腿骨頭部の短縮
<http://ise.umin.jp/public/gankotsu.html>

特徴・合併症

【軟骨無形成症について】

② 特徴的な外見

〈顔と頭〉

- おでこが前に出ている
- 鼻のつけ根が低くて平ら
- 下あごが前に出ている、かみ合わせが悪い

〈手足の骨〉

- 指が短くて太い
- 中指と薬指の間にすきまがある(三尖手)



https://jcrgh.com/shikkan/cartilage_mochiduki/cartilage03.html

【合併症】

低身長、四肢の短縮・変形、変形性脊椎症、脊柱管狭窄症、顔面正中部の低形成気道閉塞、睡眠時無呼吸症候群、大後頭孔狭窄、水頭症、延髄圧迫、呼吸中枢障害、中耳炎

④ イヌのIVDHの遺伝学的な問題

- 軟骨異栄養犬種において明らかにIVDHの発症が多い
- 軟骨異栄養犬種は人気犬種であり根絶が困難
- 決定的な治療がない

軟骨異栄養犬種

(Chondrodystrophic breeds, Chondrodystrophy : CDDY)

- ダックスフント、ペキニーズ、フレンチ・ブルドッグ、ビーグルなど
- 椎間板が変性・脱水する
- 髄核・線維輪の構造的変化を起こす
- 髄核は若齢(2~3歳)で石灰化が始まる
- 第12および第18常染色体におけるFGF4遺伝子の異常
- 常染色体優性遺伝 ヘテロでも発現

Locus	Chi Square	p-value	Odds Ratio
Chr12:36,909,311 (CanFam2)	62.14	3.2 x10 ⁻¹⁶	32.67 (30.12, 35.44)
CFA 12 FGF4 Insertion	67.32	2.3 x10 ⁻¹⁶	51.23 (46.69, 56.20)
CFA 18 FGF4 Insertion	23.51	1.2 x10 ⁻⁶	6.38 (5.99, 6.79)

Brown EA, et al. FGF4 retrogene on CFA12 is responsible for chondrodystrophy and intervertebral disc disease in dogs. Proc Natl Acad Sci U S A. 2017 Oct 24;114(43):11476-11481.



• 軟骨異常栄養症(Chondrodystrophy: CDDY)
短足の表現型、早期の椎間板変性、
椎間板ヘルニアに対する感受性増加、常染色体優性遺伝

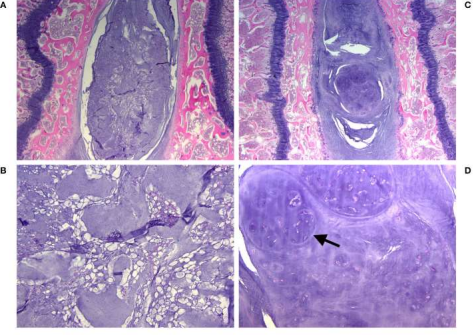
• 軟骨異形成症(Chondrodysplasia: CDPA)
特徴的な短足の表現型、常染色体優性遺伝

以下、<https://www.laboklin.co.uk/laboklin/showGeneticTest.jsp?testID=8294>より抜粋

The CDDY mutation has been found in breeds such as: Basset Hound, Beagle, Bichon Frise, Cardigan Welsh Corgi, Cavalier King Charles Spaniel, Chesapeake Bay Retriever, Chihuahua, American Cocker Spaniel, Coton de Tulear, **Dachshund**, Dandie Dinmont Terrier, English Springer Spaniel, **French Bulldog**, Havanaese, Jack Russell Terrier, Nova Scotia Duck Tolling Retriever, **Pekingese**, **Pembroke Welsh Corgi**, **Poodle (Miniature and Toy)**, Portuguese Water Dog, Scottish Terrier, Shih Tzu.

The second mutation CDPA explains the short-legged phenotype known as chondrodysplasia (CDPA) in breeds such as Basset Hound, **Pembroke Welsh Corgi**, **Dachshunds**, West Highland White Terriers and Scottish Terriers. CDPA inheritance is considered to follow an autosomal dominant mode.

早期の椎間板変性



【10週齢の犬の椎間板組織画像】

左図: コントロール群
泡状および空胞化した細胞質に加え、
星状の細胞質突起を有する
正常な生理活性脊索細胞が多数存在

右図: ホモ接合
円形から卵形の軟骨細胞様細胞で構
成され、暗紫色の軟骨様マトリック
スに関連する結節クラスター(矢印)が
あり、正常な脊索細胞が少ない

H&E染色
倍率 (A、C) = 20X; (B、D) = 100X


CFA 12 *FGF4* retrogene - / - CFA 12 *FGF4* retrogene + / +

Dickinson PJ, Bannasch DL. Current Understanding of the Genetics of Intervertebral Disc Degeneration. Front Vet Sci. 2020 Jul 24;7:431.

犬のIVDHの予防には、

- 椎間板へのストレスを避けるために屈曲姿勢を保たない
- 繰り返す屈伸を行う動作を避ける
- 屈伸・側屈・回旋といった複合的な動きを避ける
- 胸腰椎移行部のストレスを避けるため、その他の関節を動かす
- 胸腰部の固定性を高める
- 軽微な損傷や変性を早期に発見する (痛み・変形・可動域制限)
- 2、3歳から定期的に身体チェックを行う
- 軟骨異常栄養症の個体を増やさない
- 飼い主に十分な指導を行う

Do you have any Questions ?



ドッグホームリハ
Facebook

@DOG_HOME_REHA
Instagram

ARPTN
LINE

次回は 6/17(土) 21:00 予定
ドッグホームリハのFacebookまたはInstagram
ARPTNのLINEにて通知