

FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO

Resumo de estudo em fisiologia veterinária | Base: Fisiologia do Sistema Nervoso, M. V. Jonathan Lima (29 páginas) | Complementos científicos identificados separadamente

Organização acompanha os sete blocos do material original. Os estudos complementares são revisões sistemáticas e meta-análises, com ressalvas explícitas sobre extrapolação entre espécies.

1. Organização e excitabilidade do sistema nervoso

Organização anatômica

SNC: encéfalo e medula espinal; SNP: nervos e gânglios. Vias aferentes levam informações ao SNC; eferentes conduzem comandos a músculos e glândulas.

Neurônio e glia

Dendritos recebem sinais; soma integra; axônio transmite; terminações fazem sinapses. Astrócitos regulam microambiente; oligodendrócitos mielinizam no SNC; células de Schwann no SNP; micróglia participa da defesa; endotélias revestem cavidades.

Membrana e repouso

Gradientes de Na^+ , K^+ e permeabilidade seletiva sustentam potencial de repouso, tipicamente próximo de -70 mV no esquema didático (varia conforme célula). A Na^+/K^+ -ATPase transporta 3 Na^+ para fora e 2 K^+ para dentro, consumindo ATP.

Potencial de ação

Despolarização: abertura rápida de canais de Na^+ dependentes de voltagem. Repolarização: inativação de Na^+ e efluxo de K^+ . Hiperpolarização pós-potencial e períodos refratários limitam disparos e asseguram propagação.

Mielina

A condução saltatória entre nós de Ranvier aumenta velocidade e eficiência; axônios amielínicos conduzem continuamente.

ESTÍMULO → alteração de permeabilidade → potencial de ação → condução axonal

2. Sinapses, junção neuromuscular e contração

Sinapse química

Potencial pré-sináptico → entrada de Ca^{2+} → exocitose de neurotransmissor → receptores pós-sinápticos → resposta excitatória ou inibitória. Sinapses elétricas comunicam diretamente por junções comunicantes.

Junção neuromuscular

Motoneurônio libera acetilcolina; receptores nicotínicos da placa motora despolarizam o sarcolema. Acetilcolinesterase termina o sinal.

Acoplamento excitação–contração

Potencial percorre túbulos T; sinalização DHPR–RyR libera Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático; Ca^{2+} liga-se à troponina C, desloca tropomiosina e permite interação actina–miosina.

Ciclo de pontes cruzadas

Ligação da miosina à actina → golpe de força → ATP liga-se à miosina e promove desligamento → hidrólise de ATP recarrega a cabeça. SERCA recolhe Ca^{2+} e favorece relaxamento.

Força muscular

Recrutamento de unidades motoras e aumento da frequência de impulsos produzem somação e, em frequência elevada, tetania fisiológica.

ACh → potencial muscular → túbulo T → Ca^{2+} → troponina → actina–miosina → força

3. Reflexos e propriocepção

Arco reflexo

Receptor → neurônio aferente → centro integrador (medula/tronco) → neurônio eferente → efetor. Alguns reflexos são monossinápticos; outros polissinápticos.

Fuso muscular

Detecta comprimento e velocidade de alongamento; aferências Ia e II; reflexo miotático e manutenção do tônus. Motoneurônios gama ajustam sensibilidade do fuso.

Órgão tendinoso de Golgi

Detecta tensão na junção músculo-tendínea, via aferências Ib; participa do ajuste da força e proteção contra sobrecarga.

Aplicação clínica

Testes de posicionamento proprioceptivo avaliam integridade de vias sensoriais, integração central e resposta motora; alteração isolada não localiza automaticamente uma lesão.

ALONGAMENTO → fuso muscular → aferência Ia → medula → motoneurônio α → contração

4. Controle central do movimento

Medula e motoneurônios

Motoneurônio inferior constitui via final comum para contração; circuitos espinais coordenam reflexos e padrões motores.

Tratos descendentes

Corticoespinal: movimentos voluntários finos (importância variável por espécie); vestibuloespinal e reticuloespinal: postura e equilíbrio; rubroespinal: modulação motora.

Organização funcional

Córtex planeja e inicia ações; núcleos da base participam da seleção/iniciação; cerebelo compara intenção e execução e corrige erros; tronco regula ajustes posturais.

Localização neurológica

Sinais de neurônio motor superior tendem a incluir reflexos preservados/aumentados e tônus elevado; lesões de neurônio motor inferior tendem a gerar hipotonia, hiporreflexia e atrofia neurogênica.

5. Sistema vestibular

Sensores

Canais semicirculares detectam aceleração angular; utrículo e sáculo detectam aceleração linear e posição da cabeça em relação à gravidade.

Transdução

Deflexão dos estereocílios em direção ao cinocílio aumenta abertura de canais mecanossensíveis e despolarização; direção oposta reduz a descarga.

Reflexos

Vestíbulo-ocular estabiliza imagem durante movimento cefálico; vestibulo-espinal contribui para postura e equilíbrio.

Clínica

Inclinação da cabeça, nistagmo e ataxia vestibular sugerem disfunção; sinais adicionais e exame neurológico ajudam a distinguir causas centrais e periféricas.

MOVIMENTO DA CABEÇA → endolinfa/otólitos → células ciliadas → VIII par → núcleos vestibulares

6. Cerebelo

Anatomia funcional

Vermis, hemisférios, flóculo e nódulo; circuitos corticais com células de Purkinje e núcleos profundos. Purkinje exerce saída inibitória GABAérgica.

Funções

Coordena tempo, amplitude e precisão do movimento, aprendizagem motora e ajustes de equilíbrio; compara comando motor com retorno sensorial.

Regiões

Vestibulocerebelo: equilíbrio/olhos; espinocerebelo: postura e execução; cerebrocerebelo: planejamento e ajuste fino.

Sinais de lesão

Dismetria, tremor de intenção, ataxia e alterações de equilíbrio; a força pode estar relativamente preservada.

7. Sistema nervoso autônomo

Arquitetura

Via eferente usualmente composta por neurônio pré-ganglionar e pós-ganglionar; divisões simpática, parassimpática e sistema entérico.

Simpático

Origem toracolombar; geralmente ACh no gânglio e noradrenalina no órgão-alvo. Medula adrenal libera catecolaminas ao sangue. Exceções: glândulas sudoríparas de várias espécies recebem fibras simpáticas colinérgicas.

Parassimpático

Origem craniossacral; ACh pré e pós-ganglionar; receptores nicotínicos ganglionares e muscarínicos nos efetores.

Receptores

$\alpha 1$: contração de músculo liso; $\beta 1$: coração; $\beta 2$: relaxamento de músculo liso em vários tecidos; M2: redução de frequência cardíaca; M3: secreções e contração de músculo liso.

Reflexos viscerais

Barorreflexo ajusta pressão arterial; reflexo fotomotor regula diâmetro pupilar; circuitos autonômicos coordenam micção, digestão e termorregulação.

Comparação rápida

Simpático	Toracolombar alerta e mobilização de energia NA em muitos efetores
Parassimpático	Craniossacral digestão e recuperação ACh nos efetores
Entérico	Circuitos intrínsecos do trato gastrointestinal motilidade e secreção

8. Esquemas integradores para memorização

SENSORIAL: receptor → aferente → SNC → integração → eferente → resposta

MOTOR: córtex/núcleos da base → vias descendentes → medula → unidade motora → músculo

EQUILÍBRIO: vestibular + visão + propriocepção → cerebelo/tronco → ajustes oculares e posturais

CONTRAÇÃO: impulso → ACh → Ca^{2+} citosólico ↑ → pontes cruzadas → ATP/SERCA → relaxamento

9. Complementação por revisões sistemáticas e meta-análises

ATENÇÃO À HIERARQUIA DA EVIDÊNCIA: as revisões abaixo complementam aplicações clínicas e de reabilitação, não demonstram nem substituem os mecanismos fisiológicos clássicos descritos no PDF. Evidências humanas não podem ser transferidas diretamente a cães, gatos, equinos ou bovinos.

9.1 Eletroterapia em medicina veterinária — revisão sistemática

Hyytiäinen et al. (2023) rastream 5.385 registros e incluíram 41 estudos sobre eletroterapia em cães, gatos e equinos. Vinte estudos apresentaram alto risco de viés, sete risco moderado e 14 baixo risco. Conclusão: a evidência clínica disponível era insuficiente para sustentar eficácia de qualquer modalidade nas indicações examinadas. Relação com o tema: excitabilidade neuromuscular e recrutamento motor; não confundir plausibilidade fisiológica com eficácia terapêutica demonstrada. DOI: 10.3390/ani13010064.

9.2 Reabilitação vestibular precoce — meta-análise humana

Agger-Nielsen et al. (2024) incluíram cinco estudos, totalizando 235 pacientes com síndrome vestibular periférica aguda. Reabilitação vestibular precoce associada a corticosteroides melhorou a medida subjetiva Dizziness Handicap Inventory frente a corticosteroides isolados em seguimentos de 1 e 12 meses. Aplicação: reforça o conceito de plasticidade e compensação vestibular; NÃO estabelece protocolo ou eficácia para animais. DOI: 10.3389/fneur.2024.1396891.

9.3 Estimulação elétrica neuromuscular — meta-análise humana

Happ e Behringer (2022) compararam treinamento com estimulação elétrica neuromuscular e treinamento voluntário de força em estudos humanos, sob condições específicas de volume de treinamento. É uma evidência sobre adaptação neuromuscular, não um teste dos mecanismos da placa motora em animais e não uma recomendação clínica veterinária. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004119.

9.4 Consenso clínico veterinário — não é meta-análise

Mertens e colaboradores (2023) reuniram opiniões de especialistas sobre síndrome vestibular idiopática de cães e gatos. Destacam exame neurológico, otoscopia e investigação de diagnósticos diferenciais. Trata-se de levantamento de especialistas, e não de evidência experimental de eficácia. PMCID: PMC10556701.

10. Quadro final: perguntas essenciais para concurso

1. Qual é a diferença funcional entre aferência e eferência?
2. Como a $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATPase}$ contribui para manter gradientes iônicos?
3. Quais canais determinam as fases do potencial de ação?
4. Por que a mielina aumenta a velocidade de condução?
5. Qual é a sequência molecular da transmissão neuromuscular?
6. Por que ATP é necessário tanto para contração quanto para relaxamento?
7. Qual a diferença entre fuso muscular e órgão tendinoso de Golgi?
8. Quais estruturas participam do controle postural e da motricidade fina?
9. O que detectam canais semicirculares, utrículo e sáculo?
10. Como diferenciar funções de cerebelo, núcleos da base e córtex?
11. Quais são os neurotransmissores ganglionares e pós-ganglionares do SNA?
12. Por que evidência humana de reabilitação não comprova eficácia veterinária?

Referências

LIMA, Jonathan. Fisiologia do Sistema Nervoso. Material didático fornecido pelo usuário, 29 páginas.

HYTTIÄINEN, H. K. et al. A Systematic Review of Complementary and Alternative Veterinary Medicine in Sport and Companion Animals: Electrotherapy. *Animals*, 2023, 13(1):64. DOI: 10.3390/ani13010064.

AGGER-NIELSEN, H. E. et al. Early vestibular rehabilitation training of peripheral acute vestibular syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 2024, 15:1396891. DOI: 10.3389/fneur.2024.1396891.

HAPP, K. A.; BEHRINGER, M. Neuromuscular Electrical Stimulation Training vs. Conventional Strength Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*, 2022, 36(12):3527–3540. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004119.

MERTENS, A. M. et al. Current definition, diagnosis, and treatment of canine and feline idiopathic vestibular syndrome. *Frontiers in Veterinary Science*, 2023. PMCID: PMC10556701.

Material educativo distribuído gratuitamente em ajuda-vet.com/materiais/resumo-fisiologia-sistema-nervoso. Não substitui a avaliação de um médico-veterinário nem a bibliografia de referência.



AjudaVet

Veterinária descomplicada: do livro para a prática

Acesse este material no AjudaVet

Versão atualizada, artigos relacionados, quizzes e flashcards sobre este tema — direto na página do material.

ajuda-vet.com/materiais/resumo-fisiologia-sistema-nervoso



Aponte a câmera do celular para abrir este material

Baixe outros materiais em ajuda-vet.com/materiais