

Robótica na Reabilitação

Professor:

Pai Chi Nan



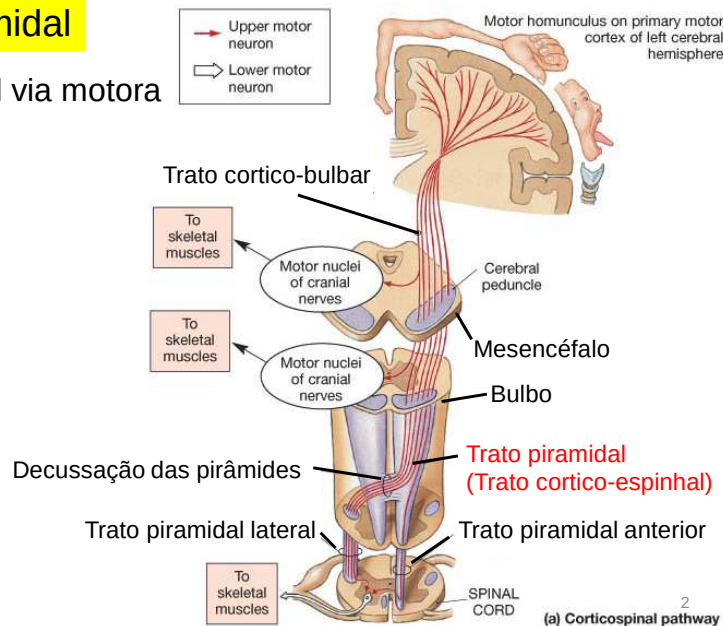
1

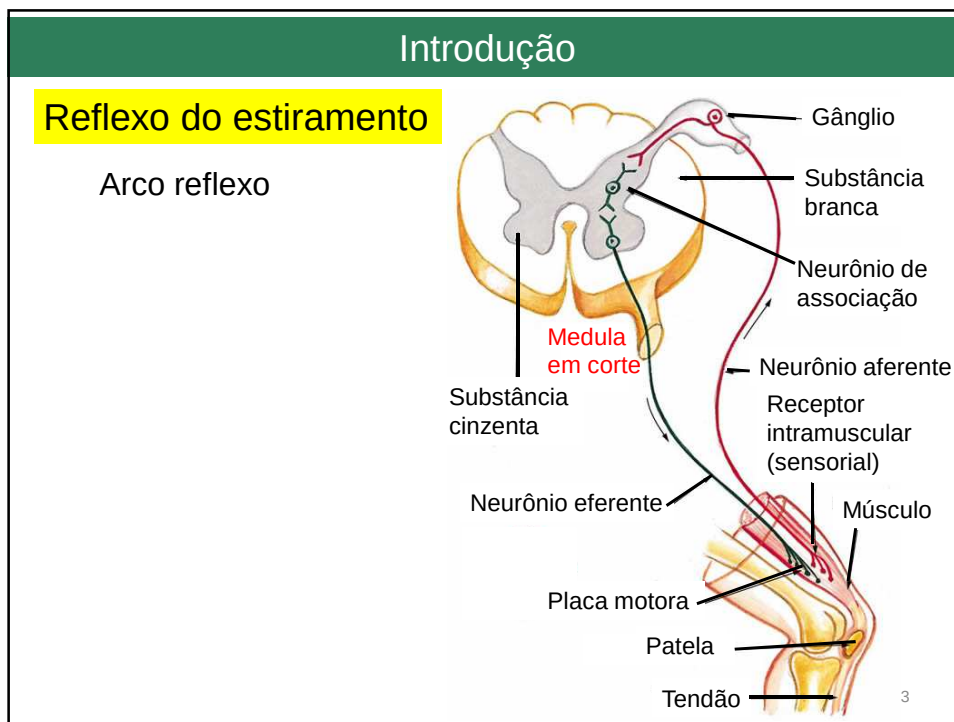
Engenharia Biomédica - UFABC

Introdução

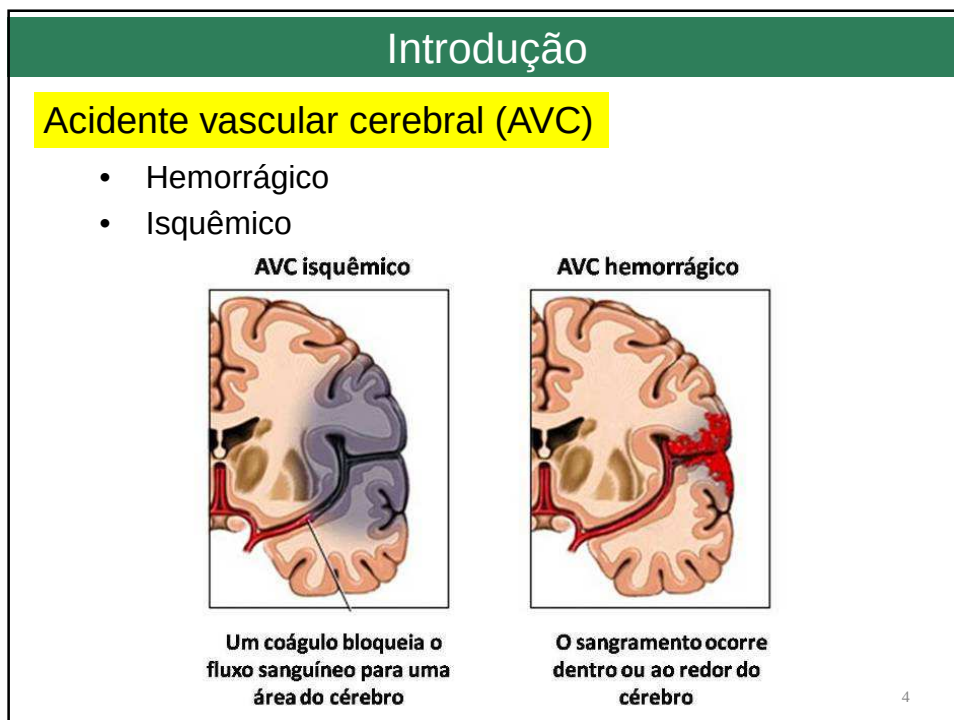
Trato piramidal

Principal via motora





Engenharia Biomédica - UFABC



Introdução

Acidente vascular cerebral (AVC)

Hemiparesia

- Grau: fraqueza muscular ~ paralisia completa

Coordenação motora prejudicada

- Realização de uma certa trajetória

Aumento do tônus muscular

- Mudança da sensibilidade de reflexo de estiramento
- Contratura muscular

Reabilitação

Melhora do déficit motor

- Através de movimentação intensa e repetitiva
- Reorganização cortical

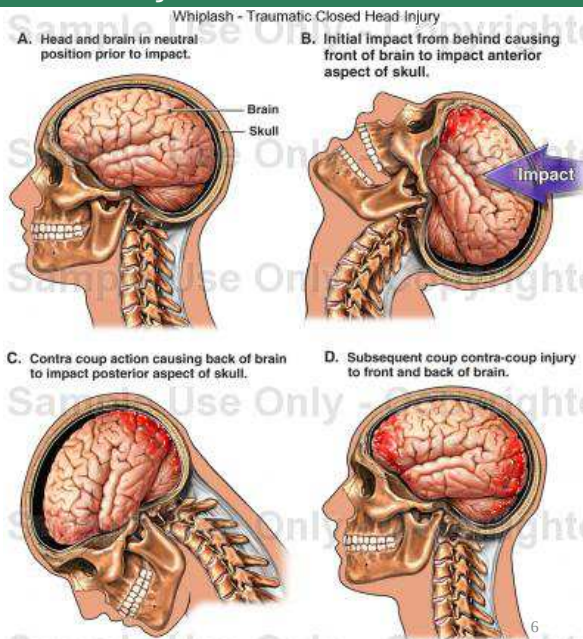
5

Engenharia Biomédica - UFABC

Introdução

Trauma

Cerebral



Introdução

Trauma

Medula espinhal



7

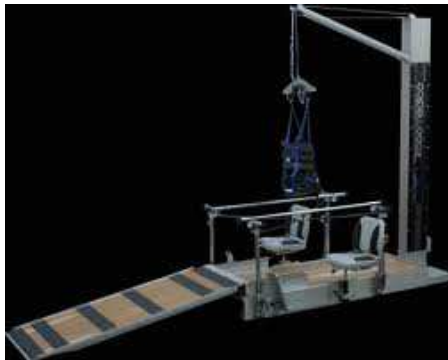
Engenharia Biomédica - UFABC

Introdução

Trauma

Reabilitação

- Treinamento da marcha com suporte do peso corpóreo



8

Exemplo dos reabilitadores

MIT - MANUS Para membro superior

MANUS em latin significa mãos



9

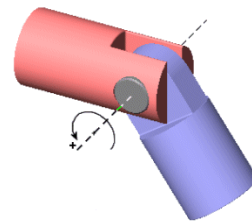
Engenharia Biomédica - UFABC

Exemplo dos reabilitadores

MIT - MANUS Para membro superior

Funcionamento

- Movimentação planar
- Duas **juntas de revolução**
- Retro-atuação (backdriving)
- **Assistência ou resistência a movimento** (horizontal)
- Medida do movimento do braço $\Rightarrow$ trajetória na tela



10

Exemplo dos reabilitadores

MIME Para membro superior

Mirror Image Movement Enhancer



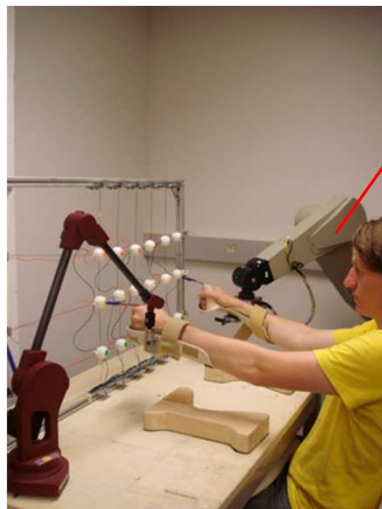
11

Engenharia Biomédica - UFABC

Exemplo dos reabilitadores

MIME Para membro superior

Mirror Image Movement Enhancer



12

Exemplo dos reabilitadores

MIME Para membro superior

Funcionamento

- Uso de um braço robótico industrial para movimentar o braço lesionado
- Movimentação tri-dimensional no espaço
- **Assistência ou resistência a movimento**
- Movimento do braço lesionado associado ao braço saudável, como num espelho

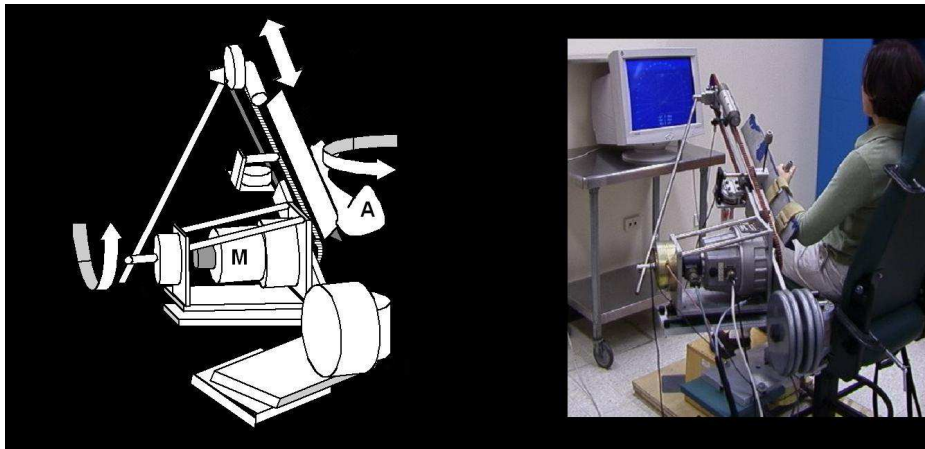
13

Engenharia Biomédica - UFABC

Exemplo dos reabilitadores

ARM Guide Para membro superior

Assisted Rehabilitation and Measurement Guide



14

Exemplo dos reabilitadores

ARM Guide Para membro superior

Funcionamento

- 3 graus de liberdade
- Uso de um guia linear
- Alcance proporcionado pelo guia linear
- **Assistência ou resistência a movimento**

15

Engenharia Biomédica - UFABC

Exemplo dos reabilitadores

MGT Para membros inferiores

Mechanized Gait Trainer

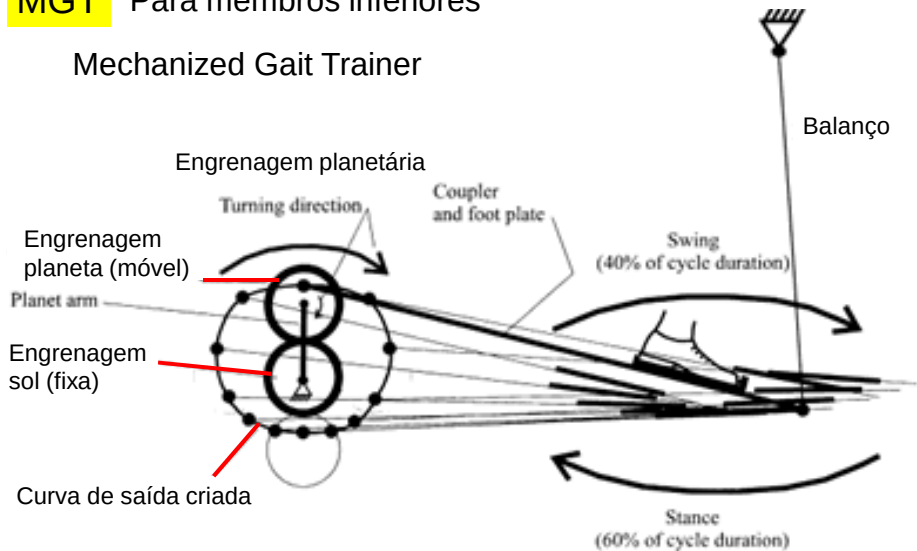


16

Exemplo dos reabilitadores

MGT Para membros inferiores

Mechanized Gait Trainer



17

Engenharia Biomédica - UFABC

Exemplo dos reabilitadores

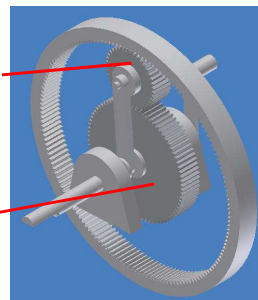
MGT Para membros inferiores

Funcionamento

- Movimenta as pernas similar a trajetória da marcha
- Duas placas presas a manivelas
- Manivelas presas a um balanço
- Movimento das manivelas através de uma **engrenagem planetária**

Engrenagem planeta (móvel)

Engrenagem sol (fixa)



18

Exemplo dos reabilitadores

Lokomat Para membros inferiores

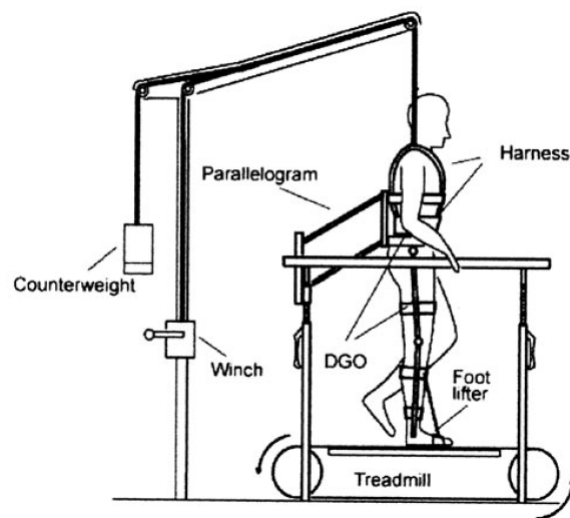


19

Engenharia Biomédica - UFABC

Exemplo dos reabilitadores

Lokomat Para membros inferiores



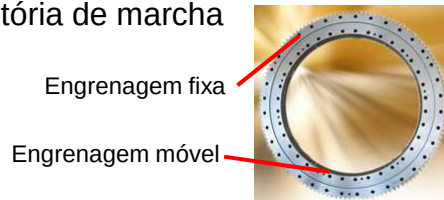
20

Exemplo dos reabilitadores

Lokomat Para membros inferiores

Funcionamento

- Exoesqueleto motorizado para marcha sobre esteira
- Quatro **juntas rotativas** para flexão e extensão do quadril e do joelho, movido pelo motor DC
- Peso do exoesqueleto suportado pelo mecanismo do paralelogramo
- Motores do quadril e do joelho programados para produzir trajetória de marcha



21

Engenharia Biomédica - UFABC

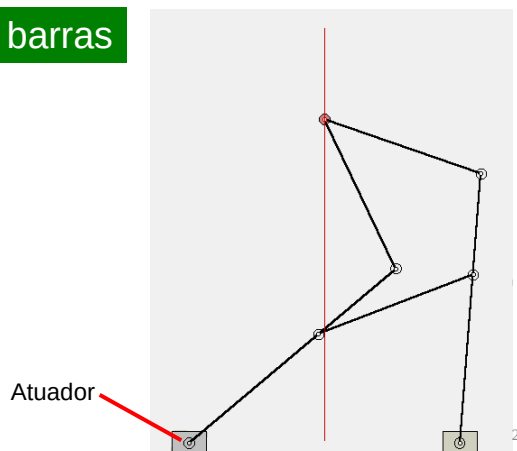
Projeto dos reabilitadores

Mecanismo

Limitações

- Movimento desejado, custo, segurança

Mecanismo de 5 barras



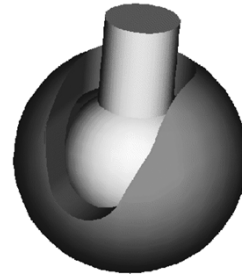
22

Projeto dos reabilitadores

Mecanismo

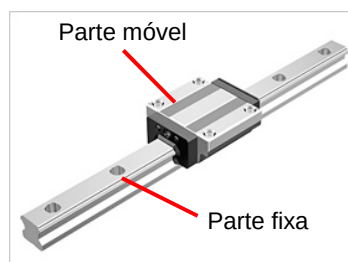
Articulação esférica

- Posicionamento e orientação arbitrária do atuador no espaço



Guia linear

- Grande deslocamento linear com um atuador



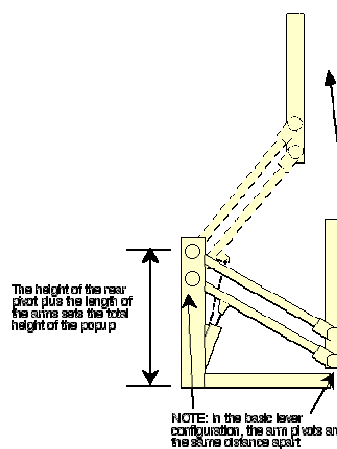
23

Engenharia Biomédica - UFABC

Projeto dos reabilitadores

Mecanismo

Mecanismo em paralelogramo (4 barras)



24

Projeto dos reabilitadores

Retro-atuação

- Uso inverso do componente para obter a entrada a partir da saída
- Movimentação livre do paciente com registro da trajetória
- Registro da melhora
- Aplicação de resistência
- Ajuste da trajetória



Engenharia Biomédica - UFABC

Projeto dos reabilitadores

Retro-atuação

Uso de motores DC

- Potência máxima em altas velocidades
- Necessidade de engrenagens para aumentar o torque
- Uso de engrenagens dificulta a retro-atuação
 - Resistência friccional nas engrenagens
 - Resistência friccional no motor amplificado pela razão da engrenagem

Projeto dos reabilitadores

Retro-atuação

Soluções

- Uso de motores DC grandes sem engrenagens
- Uso de sensores para medir a força de contato
 - Atrasos no sensor, processador, atuador

Desvantagens

- Aumento do custo e complexidade

27

Engenharia Biomédica - UFABC

Projeto dos reabilitadores

Segurança

- Precauções redundantes
- Conector que separa o membro do dispositivo ao ultrapassar nível de torque/força pré-estabelecida
- Uso de sensores para limitar a movimentação do dispositivo
- Limitadores mecânicos
- Botões de emergência acionáveis pelo membro saudável (superior ou inferior)

28

Futuro

Questões

- Quais os movimentos a serem praticados?
 - Movimentação de uma articulação ou várias?
 - Grandes ou pequenas amplitudes?
 - Movimento tri-dimensional ou bi-dimensional?
- Como o dispositivo deve interagir com o paciente?
 - Assistência ou resistência ao movimento?
- O que o reabilitador deve quantificar?
 - Alcance, velocidade, coordenação, tônus muscular?

29

Engenharia Biomédica - UFABC

Bibliografia

- DING, D., SIMPSON, R., MATSUOKA, Y. and LOPRESTI, E. Rehabilitation Robotics. In: COOPER, R.A.; OHNABE, H.; HOBSON, D.A. *An Introduction to Rehabilitation Engineering. Series in Medical Physics and Biomedical Engineering*. Boca Raton: Taylor&Francis, 2007. p.211 - 237
- REINKENSMEYER, D.J. Rehabilitators. In: KUTZ, M. *Biomedical Engineering and Design Handbook*. 2ed. McGraw-Hill Professional. 2009. p.519 - 636

30