

ESTUDO DE PROTÓTIPO EXOESQUELETO

Ester Yumi Toma¹

esteryumi.t@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Carlos Rezende de Menezes

crmenezes@fatecsp.br

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é otimizar um exoesqueleto de membros inferiores que funcione como fisioterapia para pacientes que não possuem mobilidade do quadril para baixo, estimulando o cérebro a estes movimentos, sendo possível recuperação da habilidade de mover [1], visando o baixo custo.

O exoesqueleto, é um dispositivo criado através de uma estrutura mecânica contendo parte robótica que auxilia na movimentação, é considerado uma órtese automatizada, pois até então, a órtese é um aparelho capaz de alinhar o membro do corpo, neste caso para membros inferiores, trataremos da Órtese Pelvicopodálicas [2], que atende a região Quadril-Joelho-Tornozelo-Pé. A utilização do exoesqueleto exige a presença do andador (plataforma auxiliadora), que terá a função de manter o indivíduo em pé.

Portanto, será definido os componentes para criação de um protótipo tendo em vista testar seu funcionamento em pequena escala para futuramente o produto desejado ser feito com taxa menor de erros na montagem, assim reduzindo custos finais.

2. Metodologia

Para iniciar um projeto físico, é necessário que tenha um modelo teste físico, com isso será possível testar sua funcionalidade, a fim de otimizar e confeccionar em escala real. Portanto, para chegar no físico, antes deve-se ter definido exatamente onde se quer alcançar, começando pelo modelo virtual para encontrar o posicionamento de cada item e planejando o que será utilizado.

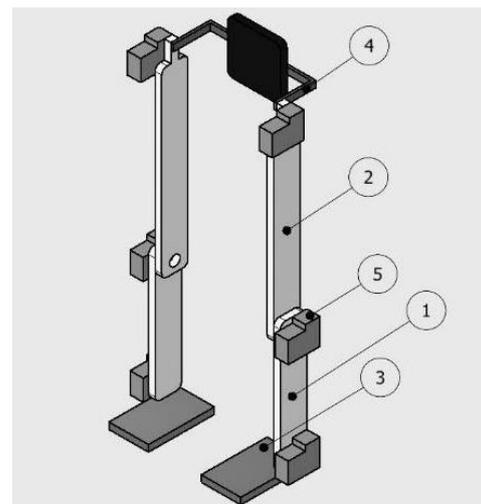
Também foi estudado os ângulos dos graus de liberdade de cada articulação inferior, para garantir que o conjunto se mova adequadamente no corpo, atingindo bons resultados no tratamento.

Consultando os dados do Livro Movimento Articular, sobre Membros Inferiores [3], seguindo na parte da angulação e observando a marcha humana. A principal importância da eficiência do seu funcionamento, se dá ao fato de que com a estimulação motora repetitiva possa restaurar a função motora que anteriormente perdeu decorrente de lesão cerebral, seguindo o conceito da neuroplasticidade [4], então os movimentos devem ser feitos simulando corretamente.

3. Resultados

O desenho do modelo (Figura 01), foi feito no software Inventor 2025 da empresa Autodesk, assim foi possível visualizar como iremos projetar fisicamente e o que será preciso para fazer. Os materiais a serem aplicados no protótipo serão viabilizados para escala menor, aprovado sua execução, poderá então ser estudado materiais adequados para exoesqueleto.

Figura 01 – Desenho do Protótipo Exoesqueleto Inferior.



Observando os componentes (Tabela 01), foi feito uma lista dos principais materiais:

- Arduino para programar a movimentação, será conectado ao atuador;
- Atuadores (servo motor);
- Cinto pélvico cano de PVC e conectores;

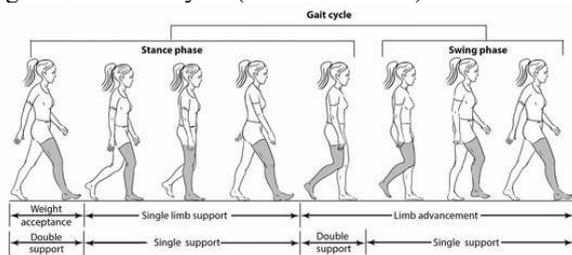
- Espumas para conforto da estrutura ao vestir;
- Fonte.
- Haste inferior e superior de Impressão 3D ou cano de PVC;
- Placa de Ensaio (protoboard);
- Velcro para fixar o aparelho no boneco que será testado;

Tabela 01 – Lista de Peças do Protótipo.

ITEM	QTDE	NÚMERO DA PEÇA
1	2	haste inferior bilateral
2	2	haste superior bilateral
3	2	palmilha
4	1	cinto pélvico
5	6	atuador

Ao fazer a montagem da estrutura, será posicionado os motores em cada articulação da perna, onde enviará movimento, com isso os servos motores serão ligados no Arduino, que carregará a programação como controle de velocidade e do sistema. Para que seja funcional, foi obtido o estudo dos ângulos observando movimentação de flexão e extensão da perna, tendo em vista as fases de marchas da perna (Figura 2), será importante para que seja programado a velocidade, a distância que irá percorrer e como esse ciclo repetitivo deve funcionar, tendo ciência de como cada parte ficará no momento dos passos simulados.

Figura 02 – Gait Cycle (ciclo da marcha)



shutterstock.com · 2014237235

Fonte: WATTS, Charlotte. *Gait cycle, Pilates, somatics or Feldenkrais movement - line drawing, illustration.*

Observando os graus de liberdade, considerando que o indivíduo está caminhando, pois nesse segmento será simulado o movimento de andar, foi obtido que o joelho será exposto ao ângulo de 0° a 60° [4] para flexão da articulação do joelho. Analisando a articulação do pé, tem-se os movimentos de dorsiflexão (da posição neutra flexionando o pé para cima) e flexão plantar (da posição neutra flexionando para baixo), conforme obtido no livro sobre membros inferiores [4],

adotaremos a amplitude de dorsiflexão para 20° a 30° e para amplitude de flexão de 30° a 50°.

Neste caso, os movimentos importantes para o exoesqueleto são o de flexão e extensão, por isso não foi considerado hiperextensão e nem a rotação lateral e medial.

Verificando então a amplitude dos membros, poderá obter corretamente a simulação de caminhar, que será o objetivo para a funcionalidade de ser posteriormente utilizado em fisioterapias para que o paciente seja estimulado a recuperar a função motora das pernas.

4. Conclusões

Com este estudo, foi obtido conhecimento sobre como a neuroplasticidade está ligada à recuperação das funções motoras, que é o princípio desse projeto. Nisso, analisamos as possibilidades de montagem do protótipo do exoesqueleto para membros inferiores, visando o baixo custo.

Utilizando software de desenho para a visualização e compreensão do conjunto, verificando cada componente e pensando em seu funcionamento, onde analisamos o ciclo de marchas e ângulos que terão que ser programados para execução bem-sucedida, uma vez que, propõe ser usado em fisioterapia.

Contudo, será possível iniciar a realização do protótipo.

Referências

- [1] PROJETO ANDAR DE NOVO. Finep, inovação e pesquisa, 2024. Disponível em: finep.gov.br
- [2] CASTANEDA, Luciana. PDF INTERATIVO ÓRTESES DE MEMBROS INFERIORES AJUSTADO 07.04.21. Próteses e Meios Auxiliares de Locomoção. São Luís: UNA-SUS; UFMA; 2021.
- [3] LIMA, Cláudia. et al. Movimento Articular: Aspectos morfológicos e funcionais. Vol. II Membro Inferior. Manole, 2010.
- [4] ESTANISLAU, Julia. Jornal da USP. Cérebro tem capacidade de se reconfigurar e ser treinado para melhores resultados. Disponível em: jornal.usp.br

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e à Fatec-SP pelo conhecido adquirido.