



Introdução

Neste laboratório, você explorará a atividade elétrica dos músculos esqueléticos registrando o eletromiograma (EMG) de um voluntário. Você examinará o EMG de ações musculares voluntárias e evocadas e medirá a velocidade de condução do nervo.



*Um antigo registro de EMG de superfície.
John Basmajian, o pioneiro dessa técnica,
está no meio da fotografia.*

Objetivos de aprendizado

Até o final do laboratório de hoje, você será capaz de:

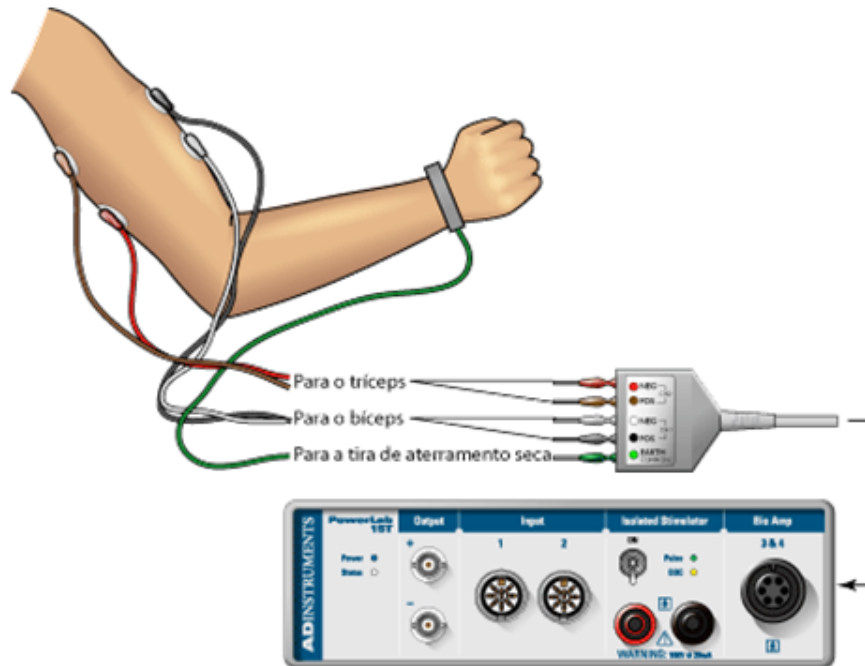
- Registrar o EMG durante contrações voluntárias do músculo e investigar como a força contrátil se altera com o aumento da demanda
- Examinar a atividade dos músculos antagonistas e o fenômeno de co-ativação
- Registrar respostas do EMG evocadas pela estimulação do nervo mediano no punho
- Medir a velocidade de condução do nervo a partir da diferença nas latências das respostas evocadas por estimulação do nervo no punho e no cotovelo

PowerLab não disponível

[Reiniciar](#)

LabTutor foi incapaz de encontrar um PowerLab. Antes de iniciar este experimento, você deve:

- conectar e ligar o PowerLab
- reiniciar o LabTutor Kernel clicando em Reiniciar



i Esse é um procedimento essencial, pois reduz a resistência elétrica da camada externa da pele e garante um bom contato elétrico.

6. Prepare a pele sobre o tríceps para a fixação dos eletrodos conforme indicado na etapa 5 para os bíceps. A posição dos eletrodos de registro do tríceps é mostrada na figura.
7. Prepare os eletrodos de ECG descartáveis removendo a película de proteção. Posicione os eletrodos sobre a pele onde foram feitas as marcas, para que tenham boa aderência.
8. Conecte as quatro derivações blindadas às portas de positivo e negativo, CH1 e CH2 do cabo do Bio Amp.
9. Prenda as derivações de CH1 do cabo do Bio Amp nos eletrodos sobre os bíceps do participante. Prenda as derivações de CH2 do cabo do Bio Amp nos eletrodos sobre o tríceps do participante. Não importa qual é positivo e qual é negativo.
10. Antes de prosseguir, verifique se os quatro eletrodos e a tira de aterramento seca estão devidamente conectados ao voluntário e ao cabo do Bio Amp.
11. Certifique-se de que o PowerLab está conectado e ligado.

Procedimento

⚠ Cuidado!

Alguns exercícios envolvem a aplicação de choques elétricos no músculo, por meio de eletrodos colocados sobre a pele.

As pessoas que tiverem marca-passos cardíacos ou que sofrerem de doenças neurológicas ou cardíacas **não** devem se submeter a esses exercícios.

Se um voluntário sentir algum desconforto significativo durante os exercícios, **interrompa imediatamente o procedimento** e consulte seu instrutor.

Fixação dos eletrodos:

1. Retire relógios, jóias, etc. dos pulsos.
2. Conecte o cabo do Bio Amp com cinco derivações ao soquete apropriado da unidade PowerLab.
3. Conecte as cinco derivações codificadas por cor ao cabo do Bio Amp, como mostra a figura.
4. Prenda com firmeza a tira de aterramento seca em torno da palma ou do punho. O lado acolchoado da tira deve ter contato integral com a pele. Conecte o fio verde à tira de aterramento. Se a tira tiver somente um fio de conexão, este deve ser inserido no pino mais próximo da etiqueta Earth (Terra).
5. Se houver um chumaço de algodão com álcool, limpe com firmeza a pele nas áreas onde os eletrodos serão posicionados. Faça dois pequenos X sobre a pele dos bíceps nas posições dos eletrodos de registro do músculo, como mostra a figura. As marcas devem estar a 2-5 cm uma da outra, alinhadas com o eixo longo do braço. Raspe levemente a pele nessas áreas, com um gel abrasivo ou uma esponja.

Exercício 1

Você registrará a atividade elétrica durante contrações voluntárias do músculo e investigará como a atividade se altera com o aumento da demanda.

Os dois canais inferiores do painel do LabTutor mostram a atividade não processada; os dois canais superiores exibem a atividade integrada, calculada a partir do sinal não processado. Em geral, utiliza-se a atividade integrada para avaliar a função muscular, por ser mais fácil de quantificar.

Procedimento

i Durante o experimento, use [Escala Auto](#) sempre que necessário para permitir que todos os dados registrados sejam visualizados.

1. Sente-se em uma posição confortável, com o cotovelo dobrado em ângulo de 90° e a palma da mão voltada para cima. Use sua outra mão para segurar o punho do braço no qual o sinal está sendo registrado.
2. Adicione ao arquivo de dados um [comentário](#) com seu nome.
3. Clique em [Iniciar](#).
4. Adicione o comentário "contração do bíceps" e faça imediatamente uma contração *moderada* do músculo, tentando dobrar mais o braço e opondo resistência a esse movimento com o outro braço. Observe o sinal.
5. Adicione o comentário "contração do tríceps" e faça imediatamente uma contração *moderada* do músculo,

Clique em adicionar para adicionar o comentário no gráfico

Exercício 1

Você registrará a atividade elétrica durante contrações voluntárias do músculo e investigará como a atividade se altera com o aumento da demanda.

Os dois canais inferiores do painel do LabTutor mostram a atividade não processada; os dois canais superiores exibem a atividade integrada, calculada a partir do sinal não processado. Em geral, utiliza-se a atividade integrada é para avaliar a função muscular, por ser mais fácil de quantificar.

Procedimento

i Durante o experimento, use [Escala Auto](#) sempre que necessário para permitir que todos os dados registrados sejam visualizados.

1. Sente-se em uma posição confortável, com o cotovelo dobrado em ângulo de 90° e a palma da mão voltada para cima. Use sua outra mão para segurar o punho do braço no qual o sinal está sendo registrado.
2. Adicione ao arquivo de dados um [comentário](#) com seu nome.
3. Clique em [Iniciar](#).
4. Adicione o comentário "contração do bíceps" e faça imediatamente uma contração *moderada* do músculo, tentando dobrar mais o braço e opondo resistência a esse movimento com o outro braço. Observe o sinal.

5. Adicione o comentário "contração do tríceps" e faça imediatamente uma contração *moderada* do músculo, tentando esticar o braço e opondo resistência a esse movimento com o outro braço.
 6. Repita as etapas 3 a 5, mas dessa vez faça a contração *máxima* do bíceps e, em seguida, do tríceps.
 7. Clique em [Parar](#).
- i** Lembre-se de clicar em [Escala Auto](#) se os traçados dos sinais registrados não estiverem todos perfeitamente visíveis no painel do LabTutor .
8. Sente-se novamente em uma posição confortável, com o cotovelo dobrado em ângulo de 90°, mas sem apoio, e com a palma da mão voltada para cima.
 9. Clique em [Iniciar](#) para reiniciar o registro.
 10. Peça que alguém coloque um livro ou algum objeto de peso semelhante em sua mão e adicione o comentário "um livro".
 11. Mantenha o livro no local por dois ou três segundos para registrar a alteração no EMG.
 12. Remova o livro.
 13. Clique em [Parar](#).
 14. Repita as etapas de 9-13 com dois, três e quatro livros, para registrar uma série de pesos crescentes, adicionando um comentário após cada etapa.



Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor.

ADInstruments LabTutor

+

-

+

-

+

-

+

-

10:1

+

+

▶▶

Análise

1. Faça a rolagem dos dados registrados e observe as alterações da atividade no canal não processado do bíceps. Observe também que a colocação de pesos na mão acarreta pouco ou nenhum aumento na atividade no tríceps.
2. Escolha uma pequena parte da atividade do bíceps e examine-a mais detalhadamente definindo a [compactação horizontal](#) em 1:1 e clicando em [Escala Auto](#). Observe que o sinal de EMG não processado é composto de inúmeros picos parcialmente sobrepostos.
3. Observe a relação entre o traçado não processado (Bíceps) e o traçado integrado (Bíceps Int.). A altura do traçado integrado reflete a atividade global do sinal de EMG não processado e mostra de forma mais simplificada a atividade elétrica do músculo.
4. Use o [cursor de forma de onda](#) e o [painel de valores](#) para registrar na tabela a amplitude do traçado integrado à medida que os pesos foram adicionados e removidos. A altura do traçado está relacionada à força produzida pelo músculo.

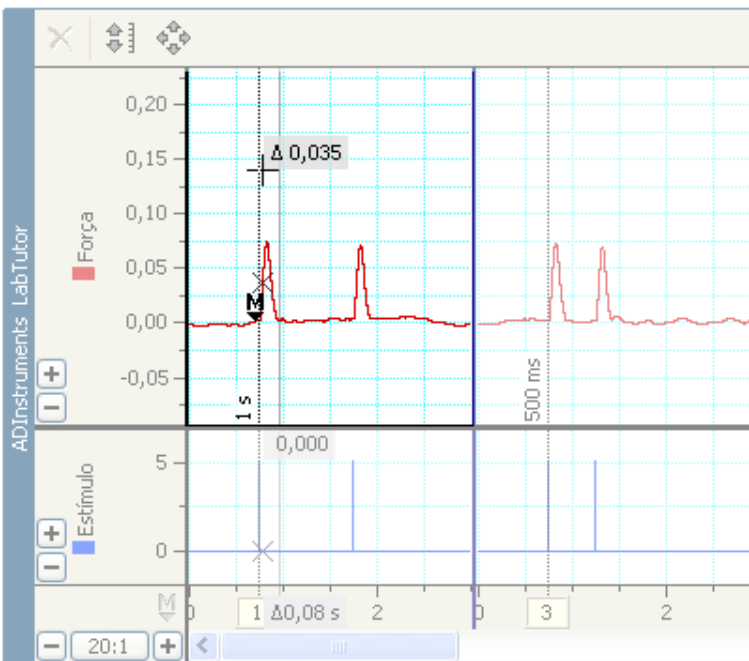
Valor

--

Amplitude do EMG

Livros	Amplitude

Painel de valores



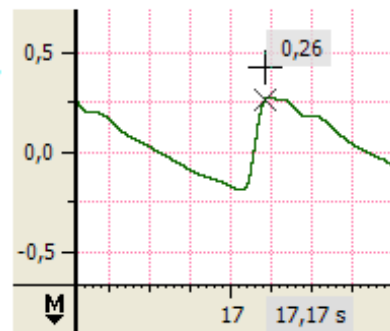
O painel de valores exibe valores de dados, que podem ser obtidos, por exemplo, clicando-se em um traçado de dados no painel do LabTutor.

Os números no painel de valores são codificados com a cor do canal de origem dos valores.

Você pode arrastar o conteúdo dos painéis Valores para tabelas.

Valor	Força	Somaç.
$\Delta 0,001$		
	Intervalo de estimulaçã	Força (primeira re
	1000	
	500	

Cursor de forma de onda = Mouse



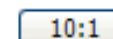
O cursor de forma de onda (X) acompanha a forma de onda enquanto o ponteiro do mouse está dentro do painel do LabTutor, fornecendo uma leitura de referência rápida da amplitude e do tempo da onda.

Botões de compactação horizontal

Para compactar ou expandir o eixo de Tempo, clique nos botões de compactação:



Você também pode clicar no botão Índice:



No menu pop-up exibido, escolha diretamente o grau de compactação.

Botão Escala Auto



Este botão, situado na barra de ferramentas do painel do LabTutor, permite o dimensionamento automático dos dados.



Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor. Iniciar...

+	
-	
+	
-	
+	
-	
+	
-	

10:1

Comentário Adicionar

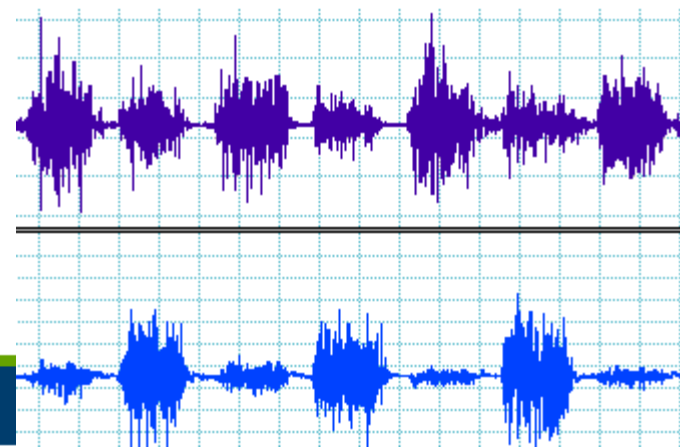
Exercício 2

Você examinará a atividade dos músculos antagonistas e o fenômeno de co-ativação

Procedimento

1. Sente-se em uma posição confortável, com o cotovelo dobrado em ângulo de 90° e a palma da mão voltada para cima. Use a outra mão para segurar o punho do braço do qual o sinal está sendo registrado.
2. Ative o bíceps e o tríceps alternadamente, da forma como fez no exercício 1. Pratique esse padrão alternado até sentir que os dois músculos estão sendo igualmente ativados um de cada vez.
3. Clique em [Iniciar](#).
4. Execute o padrão alternado de ativação por 20 ou 30 segundos.
5. Clique em [Parar](#).
6. Examine os dados. As formas de onda devem ser semelhantes às mostradas [aqui](#).

Coativação





Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor.

ADInstruments LabTutor

+

-

+

-

+

-

+

-

10:1

Valor

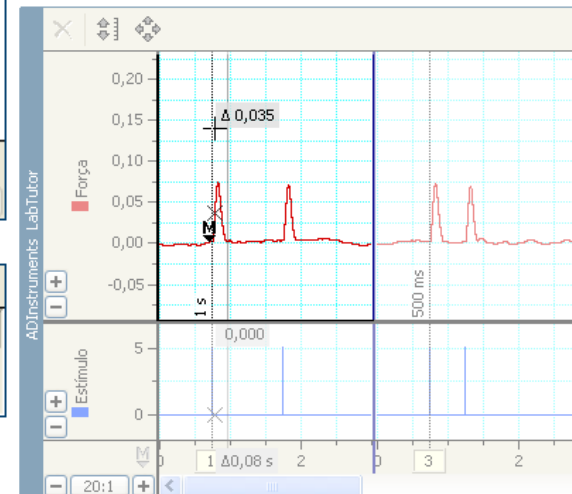
Valor

Amplitude do EMG			
Condição	Bíceps	Tríceps	

Análise

1. Faça uma rolagem dos dados registrados e observe os traçados do EMG relacionados ao bíceps e ao tríceps.
2. Observe a grande alternância de atividade no bíceps e no tríceps.
3. Observe que quando o bíceps é ativado com força, ocorre um pequeno aumento de atividade no tríceps. De forma similar, quando o tríceps é ativado, ocorre um pequeno aumento de atividade no traçado do bíceps. Esse fenômeno é chamado de 'co-ativação'. Seu significado fisiológico não é bem compreendido, embora talvez sirva para estabilizar a articulação do cotovelo.
4. Meça e insira na tabela os picos de EMG integrados para o bíceps e o tríceps durante a contração de um e outro. Faça isso usando os dois painéis de valores.

Painel de valores



O painel de valores exibe valores de dados, que podem ser obtidos, por exemplo, clicando-se em um traçado de dados no painel do LabTutor.

Os números no painel de valores são codificados com a cor do canal de origem dos valores.

Você pode arrastar o conteúdo dos painéis Valores para tabelas.

Força

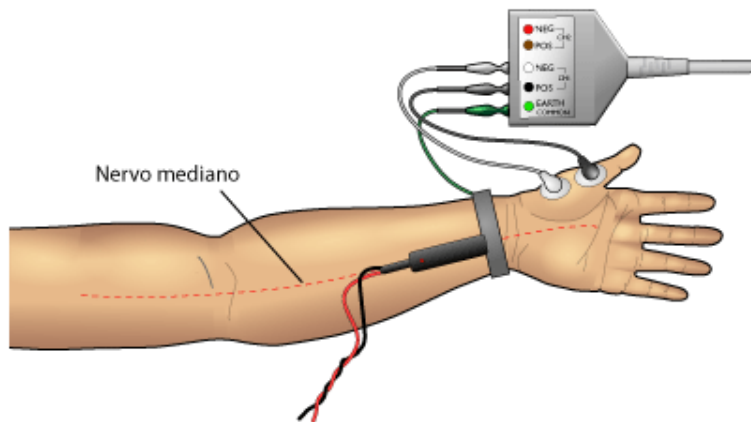
Valor **Δ0,001**

Somaç

Intervalo de estimulaçã | Força (primeira re

1000

500



5. Conecte o **eletrodo de barra para estimulação** à saída do estimulador isolado do PowerLab: o conector vermelho (positivo) à saída vermelha e o conector preto (negativo) à saída preta.
6. Coloque uma pequena quantidade de pasta para eletrodos sobre as duas almofadas prateadas da barra de estimulação.
7. Posicione o eletrodo de estímulo sobre o nervo mediano do voluntário, na altura do punho (a posição aproximada é mostrada na figura).
8. Ligue a **chave** do estimulador. O estimulador isolado só fica ativo durante a amostragem; em todos os outros momentos, ele é desligado internamente.

Chave liga/desliga do estimulador



Procedimento

Neste exercício, você estimulará o nervo mediano na altura do punho e registrará a atividade a partir do abductor curto do polegar (um dos músculos do polegar). Você pode continuar com o mesmo voluntário ou escolher outro.

⚠ A contração do músculo e as sensações de formigamento ou dor leve estão associadas ao estímulo do nervo.

Como somente dois dos quatro eletrodos de registro são necessários neste exercício, faça o seguinte:

- desconecte os fios dos eletrodos de registro dos soquetes do Canal 2 do cabo do Bio Amp e retire os eletrodos do tríceps do participante
- retire os eletrodos do bíceps do participante, mas deixe suas derivações conectadas aos soquetes do Canal 1 do cabo do Bio Amp.

Agora prossiga com a preparação:

1. Com uma caneta esferográfica, marque levemente com um X os pontos na pele acima do músculo abductor curto do polegar, na posição dos eletrodos de registro mostrados na figura. As marcas devem estar a 2-3 cm uma da outra.
2. Raspe levemente a pele marcada para reduzir a resistência elétrica no local.
3. Obtenha dois novos eletrodos de ECG descartáveis e apare levemente o material adesivo para ajustar os eletrodos da forma apresentada na figura.
4. Prenda os eletrodos à pele sobre as marcas anteriormente definidas. Para reduzir o movimento do eletrodo, use fita adesiva para prender os fios à pele perto do eletrodo.

i O ponto na parte de trás do eletrodo de barra indica o eletrodo positivo. Prenda o eletrodo como mostra a figura, com o eletrodo negativo mais próximo do punho. O eletrodo deve ser posicionado ao longo do eixo do braço, com os fios voltados para a mão.



Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor.

Iniciar...

ADInstruments LabTutor

10:1

Comentário

Adicionar

Estimulador

Amplitude: 0 mA

Exercício 3

Neste exercício, você estimulará o nervo mediano na altura do punho e registrará a atividade muscular a partir do abductor curto do polegar.

Procedimento

1. Ajuste a corrente do pulso na caixa do estimulador isolado para 8 mA, clicando nas setas ou arrastando o controle deslizante. O registro será automaticamente interrompido após 0,05 segundos.
2. Clique em **Iniciar** todas as vezes que desejar estimular. A forma de onda apresentada deverá ser semelhante a [esta](#).



- Aplique pressão manual à parte de trás do eletrodo de estimulação para garantir que o nervo seja estimulado e que o eletrodo não se movimente durante o exercício.
 - Ajuste o eletrodo para localizar a melhor posição de estimulação, considerando a amplitude da resposta.
 - Se não obtiver resposta, aumente a corrente do pulso para 10 ou até 12 mA. Se ainda não houver resposta, tente estimular o nervo ulnar (em algumas pessoas, o abductor curto do polegar é inervado pelo nervo ulnar e não pelo nervo mediano – um exemplo de variação anatômica).
3. Depois que o eletrodo for posicionado de forma ideal, aumente a amplitude em incrementos de 2 mA. Registre as respostas até atingir 20 mA ou até que a resposta pare de aumentar.
 4. Desligue a **chave** do estimulador.
 5. Retire o eletrodo de estimulação e marque com uma caneta a posição do eletrodo na pele, na parte mais próxima à mão.



Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor.

ADInstruments LabTutor

10:1

Valor	Hora

EMG Evocado			
Latência do Punho (s)	Latência do Cotovelo (s)	Distância (mm)	Velocidade (m/s)

Análise

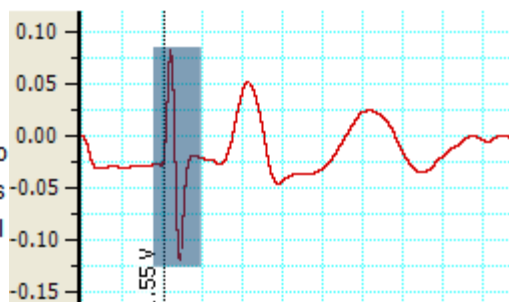
1. Use a barra de rolagem na parte inferior do painel do LabTutor para revisar blocos de dados registrados com estimulação no punho.
2. Meça a latência de uma forma de onda específica (a magnitude da onda é irrelevante).

i A 'latência' é o tempo decorrido desde o início do pulso de estimulação (o início de cada bloco de dados) até o início da resposta evocada. Observe; você poderá ver uma deflexão logo no início. Isso é **artefato de estímulo** e deve ser ignorado.

3. Clique no ponto onde a resposta começa.
4. Transfira a latência do **painel de valores** para a coluna Latência (Punho) da tabela. No próximo exercício, você estimulará o cotovelo e medirá novamente a latência.

Artefato de estímulo

O artefato de estímulo ocorre a partir da condução do estímulo para o músculo diretamente através do tecido do corpo. Essa condução é extremamente rápida, mas sem direção. A resposta máxima à estimulação neural será significativamente maior em amplitude.





Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor.

Iniciar...

ADInstruments LabTutor

+

-

-

10:1

+

Comentário



Adicionar

Estimulador

Amplitude:



0

mA

Exercício 4

Você medirá respostas evocadas pela estimulação nervosa na altura do cotovelo. A latência dessas respostas é mais longa do que as evocadas pela estimulação do punho. Você será capaz de calcular a velocidade de condução do nervo a partir da diferença entre as latências.

Preparação

1. Posicione o eletrodo de barra para estimulação sobre o aspecto medial da parte frontal do cotovelo, como mostra a [figura](#). O eletrodo requer uma pressão mais firme no cotovelo do que no punho, porque o nervo está alojado em um ponto mais profundo dos tecidos. A orientação do eletrodo deve ser a mesma usada na estimulação do punho, com o catodo (a extremidade com as derivações) voltado para a mão.
2. Ligue a [chave](#) do estimulador.

Procedimento

1. Ajuste a corrente no painel do estimulador para 8 mA.
2. Clique em [Iniciar](#) todas as vezes que desejar estimular. Faça isso várias vezes, usando esses pulsos de baixa amplitude para ajudar a localizar a melhor posição do eletrodo.
3. Se não conseguir obter resposta, aumente a corrente de estimulação.
4. Depois de encontrar a melhor posição do eletrodo de barra para estimulação, aumente o estímulo para 15-20 mA.
5. Clique em Iniciar.

6. Repita várias vezes.

7. Desligue a [chave](#) do estimulador.

8. Retire o eletrodo de estimulação e marque com uma caneta a posição do eletrodo na pele, na parte mais próxima à mão. Retire os outros eletrodos.



Um PowerLab é necessário para se iniciar um experimento do LabTutor.

ADInstruments LabTutor

10:1

Valor	Hora

EMG Evocado			
Latência do Punho (s)	Latência do Cotovelo (s)	Distância (mm)	Velocidade (m/s)

Análise

1. Meça e registre a distância entre as marcas no cotovelo e no punho. Essa é a distância entre os pontos de estimulação.
2. Use as mesmas etapas descritas na estimulação do punho para medir a latência de uma única forma de onda no painel do LabTutor.
3. Registre o valor da latência na tabela.

i A velocidade de condução é calculada automaticamente na tabela através da equação:

$$Velocidade = \frac{Distância}{Tempo}$$

As unidades de velocidade são mm/ms ou seu equivalente, m/s.