

課題 1

1.

筋収縮と運動の関係について学んだ。

2.

運動単位 (MU)、興奮から筋収縮までの流れ、筋力の調節機構と筋線維の種類について講義を頂いた。その中でも特に重要だと思ったことをいくつか絞って挙げる。

まず、筋肉の収縮はアクチン、ミオシン、トロポニン、トロポミオシンといった種々のフィラメントが、ADP、ATPを用いて結合や滑走を行うことでなされるが、この行程の初期におけるカルシウムイオンが筋収縮の開始に重要であること。筋収縮のみならず、シナプスでの神経伝達物質の放出や細胞膜での物質輸送など、カルシウムイオンは人体と深く関わっている。

次に、筋肉は複数の筋線維から成っているが、これらは常に全てが働いているわけではなく、筋収縮に参加しない筋線維があるということ。このため、筋肉の断面積が等しい場合でも、筋収縮に参加する筋線維の数 (MU 動員数) の差で筋力にも差が出る。

最後に、筋線維は収縮の強さと持続力によって速筋線維と遅筋線維に大分されるということ。前者は収縮力が強く大きな力が出せるが疲れやすく、後者はあまり大きな力が出せないが疲れにくく持続力が高い。これらの各部分の割合は基本的には先天的に決まるものであるが、トレーニングによって後天的に変化させることも可能で、例えば陸上の短距離走の選手は速筋線維が多く、マラソンランナーは遅筋線維が多くなっている。

前回の講義と併せて、最大筋力は断面積、てこの形態、MUの動員数、筋線維の種類等、様々な決定要因があることが理解できた。

3.

まず、問題 11 について見ていきたい。7 番のグラフにおいて、期間 A では筋断面積が増加していないにもかかわらず筋力が増加している。それは、“MU の動員”がおきているからだ。

筋力の調節メカニズムには 2 つあり、“MU の動員”と“インパルス発射頻度”である。筋肉では、いつもすべての筋線維が働いている訳ではなくいくつかの運動単位が働いていて、MU の動員とは、その一度に働く運動単位の数である。またインパルスの発射頻度は、ひとつひとつの運動単位の大きさのこと。以上からわかるよう、これらにより筋力が調節されているので、MU の動員は最大筋力を決定する要因といえるだろう。

さらに、筋線維には“速筋線維(FT 線維)”と“遅筋線維(ST 線維)”がある。前者は一度に働く力は大きいけど持続力がない。後者は一度に働く力は小さいけど持続力がある。

この 2 つの線維の割合は筋によってことなり、またその割合は遺伝的に決められている。しかし 10 番の表を見ると、競技選手により線維の割合が違うことから、遺伝的に決められていてもトレーニングによって十分それは変わりうるといえる。

つまり筋線維の割合によっても、最大筋力を決定すること

ができる。

4.

運動単位とは、1 つのニューロンとその支配下にある筋線維のこと。筋は筋線維で構成され、順に筋-筋線維-筋原線維-ミオシン・トロポニン・アクチンのように細くなっていく。筋には速筋と遅筋があり、その割合は遺伝的に決まっている。また速筋と遅筋の分布は筋の機能によって異なり、瞬発的な運動に関する筋には速筋、持続的な運動に関する筋には遅筋が多い。

5.

筋収縮の仕組みについて述べる。終板でアセチルコリンが分泌されると、筋小胞体の Ca チャネルから Ca が放出される。Ca は、ミオシンとアクチンの結合を阻害しているトロポニンと結合するため、トロポニンが移動し、ミオシンとアクチンが結合できるようになる。ミオシン頭部で合成した ATP を用いて滑走し、筋肉が収縮する。

最大筋力を決定する要因については前回は引き続き、新たに 2 つの要素を学んだ。1 つは MU の動員量である。筋肉収縮時、筋肉を構成するすべての筋線維が収縮に参加しているわけではない。一部である。よってトレーニング等で参加する線維数を増やせば、最大筋力は増大する。

もう一つの要因は筋線維タイプによる違いである。筋線維には FT と呼ばれる速筋線維と ST と呼ばれる遅筋線維が存在する。FT はスタミナがないが、最大筋力は大きい。また ST はスタミナがあるが、最大筋力は FT よりも小さい。この 2 種類の筋線維の分布の違いで、最大筋力は決定される。またその分布は生まれつき決定されている。

6.

筋は筋線維が束になっており、さらに筋線維は筋原線維である太いフィラメント(ミオシン)と細いフィラメント(アクチン、トロポミオシン、トロポニン)から成る。

筋収縮は、以下のように起こる。

1. 運動ニューロン終板で発生した活性電位が線維、T 管を通じて筋に伝わる。
2. 筋小胞体から放出された Ca がトロポニンと結合し、ATP を用いてミオシンの頭部が動くことでアクチンが滑走する。
3. ミオシンに ATP が結合するとアクチンから離れ、Ca は筋小胞体へ回収される。

筋力は、MU(Motor Unit)と発火頻度によって変化する。トレーニングを始めたばかりの頃は全ての筋線維が働いておらず(MU の動員が少なく)、トレーニングを続けることで MU の動員が増加する。

筋のタイプとして速筋線維と遅筋線維がある。前者は上腕三頭筋などで、力は大いけどスタミナがない。一方、後者はヒラメ筋など継続的に使う筋で見られ、力はいくつかスタミナがある。速筋/遅筋の割合は生まれつき決まっているが、トレーニングで鍛えられる。

7.

最大筋力を決定する要因①断面積②てこ③MU 動員 (神

経系の要因) ④筋繊維タイプ⑤

筋原繊維には太いフィラメントであるミオシン、細いフィラメントであるアクチン、トロポミオシン、トロポニンがある。

興奮収縮関連 (Excitation-Contraction-Coupling)

- ①終板でアセチルコリンの分泌。
- ②終板でATPが発生し、線維を伝わる。
- ③T管の極分極。
- ④筋小胞体からカルシウムイオンの放出。
- ⑤カルシウムイオンがトロポニンCに結合。
- ⑥トロポニンとトロポミオシンが移動。
- ⑦アクチンとミオシンの結合。
- ⑧エネルギーを用いて滑走
- ⑨ミオシンにATPが結合しアクチンから離れる。
- ⑩筋小胞体へカルシウムイオンを取り込む。(ATP消費)
- ⑪ミオシンでATP→ADP

8.

筋の収縮に置いて、運動単位とは、一つの α 運動ニューロンとその支配下にある筋線維のことを示す。そして、筋は筋線維のあつまりであり、これが数本集まって一本のニューロンに接続される。この筋線維は筋原線維が束ねられることで構成される。筋原線維は太いフィラメントと細いフィラメントよりなり、主に、太いフィラメントはミオシン、細いフィラメントはアクチン、トロポミオシン、トロポニンである。

筋の興奮収縮関連の仕組みは、まず、終板でアセチルコリンが分泌され、そこでAPが発生し、線維を伝わることから始まる。そして次に、T管(横行小管)が脱分極し、筋小胞体からCaイオンが放出される。このCaイオンがトロポニンCに結合し、トロポニンとトロポミオシンが移動する。その後、アクチンとミオシンが結合し、エネルギーを用いて滑走して、ミオシンヘッドにATPが結合し、アクチンからミオシンが離れて筋小胞体にCaイオンがATPを使って取り込まれることで終結する。

筋力調節メカニズムは運動単位を電氣的に記録することからも証明できるように、MUの動員と発火頻度により構成されている。ここで、MUを大きくする、すなわち一度に筋力を限界まで発揮する、あるいは筋を太くすることでトレーニングは成立すると考えられる。

筋線維タイプには速筋線維と遅筋線維の二通りが挙げられ、遅筋線維は速筋線維と比較すると、疲労曲線がなだらかであり、持久力に優れている。一方、速筋線維は遅筋線維に比べ、持久力に劣るものの、出力やスピードに優れている。バイオプシーを使って、筋の種類における遅筋線維の割合を調べて比較すると、恒常的に働いているヒラメ筋は遅筋の割合が高いものとなっていることがわかる。

9.

最大筋肉を決定する要因は①断面積②てこ比③MU動員④筋繊維タイプ⑤?? の5つによって決まる

筋繊維は遺伝子によってある程度決まっているが日頃どのように使っているかによってでもタイプが異なってくる

10.

筋収縮は、

1. 終板でアセチルコリンの分泌。2. 終板でAPが発生し線維を伝える。3. T管の脱分極。4. 筋小胞体からCaが放出。5. CaがトロポニンCに結合。6. トロポニンとトロポミオシンが結合。7. アクチンとミオシンが結合。8. エネルギーを用いて滑走。9. ミオシンにATPが結合しアクチンから離れる。10. 筋小胞体へCaが取り込まれる。(11. ミオシンでATP→ADP・エネルギー)

ミオシンは1859年、アクチンは1941年、トロポミオシンは1948年に命名され、トロポニンはその後、江橋によって命名された。

トレーニングの効率のいい方法

1. 筋肉の発生頻度を上げる。2. MUの動員

1のためには、最大筋力以下のトレーニングを回数多く+短い間隔でやる。そうすることで収縮に参加する筋線維が増加する。2のためには、最大筋力以上のトレーニングをする。そうすることでMU動員が上がる。

最大筋力を決定する要因

- ・断面積
- ・てこの比 (形態)
- ・MU動員
- ・筋線維タイプ

11.

筋は筋線維の集まりであり、筋繊維は筋原線維の集まりである。ミオシン、アクチンを始めとするタンパク質がフィラメントを形成し、ひとつのニューロンにひとつの筋線維が繋がりが、刺激の頻度が多いほど収縮する筋線維が増え、大きい力となる。また筋には遅筋や速筋があり、収縮力や持続時間が異なることで、様々な筋の役割を果たしている。その筋の種類の割合は人によって異なる。

12.

筋は筋線維の集まりであり、筋繊維は筋原線維の集まりである。ミオシン、アクチンを始めとするタンパク質がフィラメントを形成し、ひとつのニューロンにひとつの筋線維が繋がりが、刺激の頻度が多いほど収縮する筋線維が増え、大きい力となる。

13.

筋繊維と筋肉が動く仕組みについて学習した。

太いフィラメントーミオシン

細いフィラメントーアクチン、トロポミオシン、トロポニン

単収縮、不完全強縮、完全強縮 は働く筋繊維の数の差によっておこる。

筋力の調節メカニズム

1. MU動員
2. 発火頻度

また一卵性双生児と二卵性双生児に関しても違いに関する認識を深めることができた。

14.

太いフィラメントはミオシン、細いフィラメントはアクチン、トロポミオシン、トロポニン

興奮-収縮関連

1. 終板でアセチルコリンの分泌
2. 終板でAPが発生し、線維を伝わる
3. T管の脱分極
4. 筋小胞体からCaが放出
5. CaがトロポニンCに結合
6. トロポニンとトロポミオシンが移動
7. アクチンとミオシンが結合
8. エネルギーを利用して滑走
9. ミオシンが結合し、アクチンからなる
10. 筋小胞体へCa取り込み
11. ミオシンでATP→ADPエネルギー

筋力の調節メカニズム

1. MUの動員
2. 発火頻度

ヒラメ筋はふくらはぎのあたり

15.

最大筋力を決定する要因として、収縮に酸化する筋繊維を表す「MU動員」がある。

また、筋肉には種類があり、張力は小さいが持続力のあるtype I (遅いがスタミナ有)、張力と持続力がどちらも中ぐらいのtype II a、張力は強いが持続力があまりないtype II b (速いがスタミナ無)に分かれる。

生まれたときにそれぞれの筋肉量はだいたい決まっている。

16.

筋は太いフィラメントであるミオシンと細いフィラメントであるアクチン、トロポミオシン、トロポニンから成る。発見者は順に、キューネ、シュトラウプ、ベイリー、江橋である。

筋は次のように収縮する。

- ①終板でアセチルコリンの分泌
- ②終板でAPが発生し線維を伝わる
- ③T管の脱分極
- ④筋小胞体からカルシウムが放出
- ⑤カルシウムがトロポニンに結合
- ⑥トロポニンとミオシンが結合
- ⑦アクチンとミオシンが結合
- ⑧エネルギーを用いて滑走
- ⑨ミオシンにATPが結合し、アクチンから離れる
- ⑩筋小胞体へカルシウム取り込み
- ⑪ミオシンでATPがADPに変わりエネルギー放出

トレーニング開始直後では筋断面積が増加していない。にもかかわらず筋力は増加する。その理由は、筋には収縮に参加していない繊維が多数あり、それらが参加するようになったからである。筋肉をつけるにはMUの動員を増やす方法と、筋肉を太くする方法がある。前者の場合は自分の出せる限界

の力を出す訓練を少量すればよい。後者の場合は適度な刺激を与えるような訓練を何度もすれば良い。

体は場所によって求められる筋肉が異なるため、筋によるST繊維の割合は異なる。

17.

筋について詳しくみると筋繊維の集合からなっており、さらに筋繊維は筋原繊維の集合からなっている。筋原繊維は太い繊維であるミオシンと、細い繊維のアクチンからできておりさらにアクチンにトロポニンやトロポミオシンといったタンパク質がくっついている。これらのタンパク質は筋収縮に深く関連しており、興奮が伝わってくるとそれぞれのタンパク質がカルシウムイオンと結合したり、ATPを用いることで滑走したりして筋収縮がおこる。

この筋繊維が最大筋力を決定する要因のひとつになっており、全ての筋繊維が常に収縮に参加しているわけではない。トレーニングなどを行うことにより収縮に参加する筋が増えることで最大筋力も増加するのである。

また筋繊維の種類も最大筋力を決定する要因となっている。筋にはFT繊維と呼ばれる収縮力が大きいが持続力のないものと、ST繊維と呼ばれる力は弱いが持続力の大きいものがある。動物の身体ではそれぞれの部分の用途に合わせて筋の種類は異なっているのである。

18.

筋肉は、ミオシン、アクチン、トロポミオシン、トロポニンによって、構成されている。筋収縮は以下の経路をたどっておこる。

1. 終板でアセチルコリンの分泌。
2. 終板でAPが発生し、線維を伝わる。
3. T管の脱分極。
4. 筋小胞体からCaが放出。
5. CaがトロポニンCに結合。
6. トロポニンとトロポミオシンが移動。
7. アクチンとミオシンが結合。
8. エネルギーを用いて滑走。
9. ミオシンにATPが結合して、アクチンから離れる。
10. 筋小胞体へCa取り込み。

また、筋収縮の際、全ての筋線維が動いているわけではない。これは、速筋線維と遅筋線維が存在しているからである。また、この2種類の筋線維の割合は筋肉によって異なる。これは、筋肉の部位によって速効性を必要としているのか、スタミナ性を必要としているかが異なるからである。

19.

ATPは筋肉が弛緩するさいに消費される。筋にはFF、FR、STの3種類がありそれぞれ収縮力と持続時間により分類されているまたそれらは体各部位に適正な割合で存在するが割合については遺伝的な関係が大きい。

20.

4月15日の授業で最大筋力を決定する要因として筋肉の断面積とてこ比が関係してくる、という事でしたが、それ以

外に関わってくる要因についてのお話でした。

まずは筋肉が筋原繊維の集まった筋繊維から成ることと、その筋繊維の運動単位(Motor Unit)等の名称の確認が出来ました。また、筋収縮の際の興奮の起こるメカニズムと、筋力の調節メカニズム(MU 動員量と発火頻度により決定)のお話によると、MU 動員量も最大筋力を決定する要因の 1 つでした。次に、再び筋繊維の種類の話を進めていくと、筋繊維のタイプによっても筋力が変化する事が分かりました。

21.

最大筋力を決定する要因として、断面積やてこ比、MU 動員、筋線維タイプなどがある。運動単位 (Motor Unit) とは 1 つの α MN (α Motor Neuron) とその支配下にある筋線維の事である。筋原繊維が集まって、筋線維に、筋線維が集まって、筋となる。また、太いフィラメントはミオシンで出来ていて、細いフィラメントはアクチンとトロポミオシン。トロポニンから出来ている。

トレーニング開始後すぐに筋断面積が増加していないのに、筋力が増加するのには、全部の筋線維がいつも活動している訳ではなく、収縮に参加していない線維が加わってくるからという理由がある。

筋力の調節メカニズムには、MU の動員と発火頻度がある。ヒラメ筋 (足首に近い部分) で ST 線維が多く、上腕三頭筋 (ふくらはぎの部分) で FT 線維が多い理由とはヒラメ筋はバランスをとるために常に活動しなければならず、上腕三頭筋は走る時に大きな力が必要となるからだ。

一卵性双生児の兄弟間で ST 線維の割合はほぼ同じなのに、二卵性双生児では兄弟間で異なる。このことから、ST 線維の割合は遺伝子に関係していて、生まれつき決まっている事が分かる。ただし、トレーニング次第で十分変わり得る。

22.

まず、ヒトの筋は筋繊維というものからできている。この筋繊維は大きく 2 種類に分類でき、太いほうのフィラメントはミオシン、細いほうのフィラメントはアクチン・トロポミオシン・トロポニンと呼ばれている。筋の収縮に関してはまず、筋の付け根にある終板というところからアセチルコリンが分泌される。そして終板で AP が発生し、繊維を伝わる。それによって T 管が脱分極すると電位は横へと伝わり始める。それと同時に筋小胞体から Ca^{2+} が放出される。 Ca^{2+} がトロポニン C に結合するとトロポニンとトロポミオシンが移動し、離れていたアクチンとミオシンが結合することができる。そして滑走が起き、これによって筋は収縮する。収縮し終わるとミオシンに ATP が結合し、アクチンから離れる。筋小胞体に Ca^{2+} が吸収されるとトロポミオシンが再びアクチンと結合しアクチンとミオシンが離れる。これの繰り返しで、筋収縮は起こる。

普段、ヒトは筋肉の 100% を使用しているわけではなく、ほんの一部のみを使用している。そして、一瞬の運動量が大きいほど、多くの筋を使用していることとなる。つまり、筋肉量を増やさずに筋力を上げたい場合は効率的に筋を使用するようなトレーニングをすればよいのである。

23.

神経と筋肉の関係について。トロポニン、アクチン、ミオシン、トロポミオシンがそれぞれ神経からの伝達を受けて筋肉が収縮する。

また筋肉の動員や速筋か遅筋かなど筋肉の強さに関する学習をした。

24.

7 番の図より、トレーニング開始後すぐは筋断面積が増加していないにもかかわらず筋力が増加していることがわかるが、この理由は MU 動員数が増加しているからということが 1 番印象残ってます。

1 平方センチメートルあたりの筋力は老若男女等しい、すなわち筋力をあげるには筋肉を太くした方がいいわけですが、筋肉を太くするためにはトレーニングを 3 ヶ月以上継続して行わなければならないということに目眩がしました。

今から始めて筋肉が太くなり出すのは 7 月末頃でしょうか。シーズンが半分終わっちゃってますが、嘆くより行動ですね！ MU 動員数だけでも増やせるよう頑張ります。あとパイオプシーの話、怖かったです。

25.

筋肉の収縮には、神経の興奮が欠かせない。筋繊維は FT 繊維と ST 繊維の 2 種類があり、それは遺伝的な要素と筋肉の使い方が変わる。

26.

筋肉の収縮には、神経の興奮が欠かせない。筋繊維は FT 繊維と ST 繊維の 2 種類があり、それは遺伝的な要素と筋肉の使い方が変わる。

27.

最大筋力を決定する要因は断面積、てこ比、MU 動員、筋繊維タイプの 4 つである。筋肉の収縮には太いフィラメントのミオシンと細いフィラメントのアクチン、トロポミオシン、トロポニンが関係している。トロポニンのトロポは「変形した」という意味があること知って、語源を知れば名称も覚えやすいなと思いました。筋力の調節メカニズムは MU 動員と発火頻度による。トレーニング開始後すぐは筋断面積が増加していないにもかかわらず筋力が増加している理由は、今までさぼっていた筋繊維が動き出すからである。ヒラメ筋に ST 繊維が多い理由は、ヒラメ筋は常に動いていないといけなからである。ST 繊維の割合は遺伝子により大体決まっている。使いかたが違くとやはり筋繊維の種類も違うことが分かりました。

28.

最大筋力を決定する要因として

1. 断面積
2. てこ比(形態)
3. MC 動員(神経系の要因)
4. 筋繊維タイプ
5. 筋の収縮

の 5 つの要因が存在する。1 つの α MN (運動ニューロン) が支配下にある筋繊維を運動単位と呼ぶ。筋肉は筋一筋繊維一筋原繊維に分けられる。これらの太い繊維はミオシン、細い繊維はアクチン、トロポミオシン、トロポニンからなる。

興奮収縮連関がおこる順序は

1. 終板でアセチルコリンの分泌が起きる
2. 終板で AP が発生し繊維を伝わる
3. T 管で脱分極が起きる
4. 筋小胞体から Ca が放出し、Ca とトロポニン C に結合する。
5. トロポニンとトロポミオシンが移動する。
6. アクチンとミオシンが結合する
7. エネルギーを用いて筋肉が動く
8. ミオシンに ATP が結合し ADP が ATP へ変化しアクチンから離れる
9. 筋小胞体へ Ca が取り込まれる

このように動くことで人は柔軟に身体を動かすことが出来る。

前回の授業で筋肉が出せる力は同じでありそれを絶対筋力と言うと言ったが、実際には完全には筋肉量と筋力は比例しない。なぜなら、筋肉には収縮に参加する筋繊維と収縮に参加しない筋繊維が存在するからである。筋断面積が増加しなくても収縮する筋繊維が増加することで筋力を増加することが出来る。また、筋繊維には速筋繊維と遅筋繊維に分けられる。これらの筋は筋肉ごとによってそれらの存在する割合が異なる。例えば、ヒラメ筋では遅筋繊維(ST 繊維)が多く、上腕三頭筋では速筋繊維(FT 繊維)が多い。その理由として速さを求めるような筋肉では ST 繊維を必要とし、持久力を必要とする筋肉では FT 繊維を必要とするからであると考えられる。またこれらの割合は遺伝でほぼ決まる。

29.

- ・筋力の調整メカニズム→運動単位(Motor Unit)の動員と発火頻度が関係している。
 - ・最大筋力を決定する要因は
- (1)断面積(2)でこ比 (形態) (3)MU 動員(4)筋繊維タイプ

30.

筋(筋肉)は筋繊維という細胞の集合体であり、筋繊維は筋原繊維から成り立つ。

筋原繊維には 2 種類の異なる太さのフィラメントがあり、太いフィラメントはミオシンからなり、細いフィラメントはアクチン、トロポミオシン、トロポニンからなる。そして、筋の収縮運動にはこれらのフィラメントが関わってくる。トロポニンとトロポミオシンは筋小胞体から放出されたカルシウムイオンが結合することでアクチンから離れ、ミオシンについているミオシンヘッドと結合する。そして ATP を使ってミオシンヘッドが首を振ることでアクチンが滑走して筋が収縮する。

また、筋繊維には FT (速筋繊維) と ST (遅筋繊維) の 2 種類がある。FT は収縮力は大きいけど持続時間が短く、ST は収縮力は小さいけど持続時間は長い。この FT と ST は個人差はあるが、筋肉の場所によってその割合が異なる。例えば、

走るときに使う腓腹筋は FT であるがバランスと保つヒラメ筋は ST である。

31.

最大筋力を決定する要因の一つに MU 動員というものがある。これは、収縮に参加する筋繊維の量と関係している。同じ断面積の筋肉が付いていても、収縮に参加する筋繊維の量の違いで筋力は異なってくる。この理論はトレーニングを始めた人が筋の太さは変わらないのに筋力は上がることを説明できる。

また、筋繊維には速筋繊維と遅筋繊維があり、速筋繊維 (Fast-twitch fatiguable type, Fast-twitch fatigue resistant type) は大きな力を出すために必要で、遅筋繊維 (Slow-twitch type) は力を持続させるために必要である。

32.

①筋力を調節するメカニズムとして、①MU (Motor Unit : 1 つの dMN とその支配下にある筋繊維) の動員 と、②発火頻度 がある。①では働く筋繊維が多いほど大きな力が出るし、②では頻度が多いほど大きな力が出る。

また、筋繊維には速筋繊維と遅筋繊維があり、その割合は筋によって異なる。これは、その筋が必要とされる力の大きさや必要とされる時が違うからである。また、その割合は遺伝的に決まったものである。

33.

運動単位(Motor Unit)とは、ひとつの α 運動ニューロンと、その支配下にある筋繊維のことである。筋繊維には太いフィラメントのミオシンや、細いフィラメントのアクチン、トロポミオシン、トロポニンがある。

筋繊維が電氣的に興奮し、筋収縮が起こる一連の流れを興奮収縮連関という。また、筋収縮のためには ATP が必要であり、体を温めると酸素が供給されて体が柔らかくなる。

筋力を増大させるには、筋の断面積を増やすこと以外に、MU の動員数を増やすことも効果的である。これは、回数は少なくともよいので、負荷の非常に大きなトレーニングを行うことによって起こる。

34.

興奮を受けてから筋が収縮するまでの作用機構は次の通りである。まず初めに、終板でアセチルコリンが分泌されると、AP が発生し繊維を伝わる。次に、T 管が脱分極し、筋小胞体から Ca が放出・トロポニン C に結合する。続いて、トロポニンとトロポミオシンが移動し、アクチンとミオシンが結合、エネルギーを用いて滑走する。最後に、ミオシンに ATP が結合しアクチンから離れて、筋小胞体に Ca が取り込まれる。また、筋繊維にはすぐに大きな力を出せるが疲労しやすい速筋繊維とゆっくりと小さな力を出すが疲労しにくい遅筋繊維がある。そして、力を出す時には初めから全ての筋繊維が活動しているのではなく、力が大きくなるにつれて活動する筋繊維が増えていく。これを動員という。

35.

最大筋力を決定する要因

断面積、てこ比、MV動員、筋線維のタイプ

脚が速い馬と重たい荷物を運べる馬の違いの例で筋肉の太さとその働きについてよくわかりました！

36.

筋肉の詳しい構造、筋肉のタイプ及びスポーツ選手における筋肉のタイプの違い

37.

・最大筋力を決定する要因

1.断面積

2.てこの比 (形態)

3.MU 動員

4.筋線維タイプ

・筋収縮は次のように起こる。

1. 終板でアセチルコリンの分泌

2. 終板で AP が発生し、線維を伝わる

3. T 管の脱分極

4. 筋小胞体から Ca が放出

5. Ca がトロポニン C に結合

6. トロポニンとトロポミオシンが移動

7. アクチンとミオシンが結合

8. エネルギーを利用して滑走

9. ミオシンが結合し、アクチンからなる

10. 筋小胞体へ Ca 取り込み

11. ミオシンで ATP→ADP エネルギー

・筋力の調節メカニズム

1. MU動員

2. 発火頻度

38.

1 つのモーメントニューロンとその支配下にある筋線維を 1 つの運動単位(MU)とし、筋収縮は運動単位ごとに起こる。筋力の調整は、MU 全体の何%を動員させるかによっても行われるので、その割合が変われば、同じ個体の同じ部位の筋断面積が変わらなくても最大筋力は変わる。収縮力は強いが持続性の低い速筋線維と収縮力は弱いが持続性の高い遅筋線維があり、筋肉の役割によって含まれる割合が違う。個体によってもその割合に差はあるが、これは遺伝によるものである。最大筋力はこの速筋線維と遅筋線維の割合によっても変わる。

41.

筋収縮は興奮の伝達により支配される。運動終板でアセチルコリンの分泌が起こり、AP が線維を伝わり T 管の脱分極が起こる。そして筋小胞体から Ca が放出され、これがトロポニン C に結合、これと共にトロポミオシンが移動し、アクチンとミオシンが結合し、エネルギーを用いて滑走する。ミオシンに ATP が結合し、アクチンから離れ、最後に筋小胞体へ Ca が取り込まれる。以上が Excitation – Contraction – Coupling の一連の流れである。

42.

・運動単位(Motor Unit)

1 つの運動ニューロンと、その支配下にある筋線維のこと。人は運動野のニューロンが脊髄まで 1 本の軸索でつながっているため、連絡するシナプスがない分思った通りの動きが可能となる。

・興奮収縮連関(Excitation Contraction Coupling)

1. 収縮でアセチルコリンの分泌

2. 終板で ATP が発生し、線維を伝わる

3. T 管の脱分極

4. 筋小胞体からカルシウムイオンが放出

5. カルシウムイオンがトロポニン C に結合

6. トロポニンとトロポミオシンが移動

7. アクチンとミオシンが結合

8. エネルギーを用いて滑走

9. ミオシンに ATP が結合し、アクチンからはなれる

10. 筋小胞体へカルシウムイオン取り込み

11. ミオシンで ATP→ADP となりエネルギーを得る

・最大筋力を決定する要因

まず、謹厳筋線維は太いフィラメントと、細いフィラメントからなる。太いフィラメントはミオシンからなり、細いフィラメントはアクチン・トロポミオシン・トロポニンからなる。カルシウムイオンがくることでトロポミオシンが離れ、そのことでアクチンとミオシンが結合し、ミオシンは ADP を離して収縮する。ここに ATP がくっつき、ミオシンの収縮状態が元に戻る。(図4参照)

筋肉は、筋線維が複数集まってなるが、1 つのニューロンの働きでそれにつながる筋線維はすべて収縮する仕組みとなっている。この筋線維は、一つの筋肉が収縮した際にすべての筋線維が収縮している訳ではない。つまり、一つの筋肉の働きにおいても、働く筋線維の数によって筋力は大きく変わる。この、筋肉を動かす際に働いている筋線維を運動単位動員という。

以上のことと、前回講義より、最大筋力は「筋肉の断面積」と「筋力のてこ比」と「運動単位の動員数」によって左右されることがわかった。

・筋力調節のメカニズム

筋線維には、速筋線維と遅筋線維とがある。速筋線維は刺激に対し早く反応するが、持続力はない。逆に後者は、一度の刺激で反応は小さいが、持続力はある。

この二つの筋線維が存在する割合は、筋肉のある部分と、その筋肉がよく作用する機能によって大きく変わる。たとえば、ヒラメ筋はバランスをとるために絶えず働かななくてはならず持続力が必要であるため、遅筋線維からなる。同じふくらはぎの筋肉でも腓腹筋は足首を動かすのに大きく働くため、大きな力が必要である。そのため、速筋からなる割合が高い。

課題 2

1.

楽器(エレキベース)演奏前後での握力の変化を調べる。

2.

手の長さや掌と指の長さの割合等を測定し、握力計の握り幅を様々に変えて、測定される握力にどのような変化があるか調べる。また、変化がみられた場合、手の大きさと握り幅に関連性があるか考察する。

3.

今回のMUの動員について測定したいと思う。握力を測定するのだが、3秒後と15秒後ではどう握力が変わるのかを見る。

ただし、利き手のみとする。両手すると疲れしんどいものがあるが、結果がやる気によって左右されてしまうからだ。また、MUの動員の大きさを見たく、やる気以外にも出てくる他の要因をなるべく減らしたいので、3秒後と15秒後は分けるのではなく一連の流れの中で測定する。

4.

様々なポーズで握力を測り、最も高い握力が発揮できる姿勢またはもっとも握力を発揮できない姿勢を探る。ポーズの例：立つ、座る、腕を水平にする、握力形を吊革のように持つなど。

5.

握力と同時に腕から指先までの長さも測定し握力との関係を調べる。腕から肘、肘から腕、腕から指先、と細かく分けて計る。また身長も調査する。握力を出すのに関係する部位の長さ、計測される握力の関係について調べる。

6.

1.上腕周囲の太さを測定(左右)

2.握力を測定(左右)

3.握力の弱い人から勝ち抜きで腕相撲を行う(利き腕)
腕の太さ、握力、及び腕相撲の強さの関係を調べる。

7.

瞬間的に力を入れた時の握力とゆっくり力を入れた時の握力の比較などはどうでしょうか。

8.

- 手を広げた状態から閉じた状態に変化させるという動作をすばやく一分間に何回行うことができるか、ということを実験し、手の動きの速さと、握力の強さの関係について考察してみる。
- 握力測定前の上腕の周囲と、測定中の上腕の周囲をはかり、握力の強さとの関係について考察してみる。

9.

二本の指だけを使ってどの組み合わせのとき、はさむ力が一番強くなるか測定する。

10.

握力の1平方cmあたりの筋力を男女一定と考え握力値、手の大きさから手の筋力の断面積を求める。握る位置によって握力値を測り、握る位置と握力値の関係を考察してみる。

11.

握力計を指ごとにはかることで、どの指が一番握力が強いのか、またそれはなぜかを考える。

12.

勢いをつけて測った時と、徐々に力を入れて測った時を比べて、瞬間的な力が平常時をどの程度上回るかを調べる。

13.

手のどの位置で握るかを調べて、その結果を記録する。その結果をレポート1のように考察する。(もっとも握力が高かった点でなぜそうなったかという理由を考える。)一気に力を含める場合とゆるやかに力を含める場合にわけて結果を調べ、考察する。

14.

声を出しながら握力を計測する場合と、声を出さずに計測する場合に分けて実験をし、考察する。

15.

下腕の一番太い部分と握力の関係を調べる。

16.

①指すべての握力でなく、指1本の握力は？

②握力を何秒間、維持できるか？

③何回くらい握れるか？

④指を伸ばしたり、指同士をくっつけたりする力はいくらか？

17.

握力が腕の角度によって影響を受けるかを調べるために腕をおろした状態を0°として、0°、90°、180°、-90°での握力を測定しどのような違いが出るのかを測定する。

また、腕や手以外の筋肉が影響を与えているのかどうかを調べるために、立った状態、座った状態、しゃがんだ状態での握力を測定し、違いが出るかを検証する。

18.

①ATP量による握力の差を調べるために、腕の筋肉を使う運動(腕立て伏せ等)を行う前と行った後の握力を調べる。

②握力と肘関節角度の関係を調べるために、様々な肘関節角度で握力測定を行う。

19.

握力実験のアイデア身体感覚と最大筋力の関係を調べるためにその場で十回回転してもらったときと通常時の最大筋力の比較する実験する。

20.

握力測定の際に測定をしている腕にのみ力がかかっている状態であればある程度の筋力が出せると思うのですが、測定をしていない方の腕で何か重いものを持つ等して力を出し

ている状態で測定すると、どの程度差が出るのだろうかと思います。

また、同様の理由から測定する際に右腕であれば右肩で鞆をもって負荷をかけるとどの様な結果が得られるのだろうかと思います。

21.

手の大きさと握力の大きさの関係について調べる。

22.

握力実験のアイデアだが、今回の講義の内容を踏まえて「より大きな力を効率よくだせる方法」が知りたいと思う。握力なんかは特に手の小さい人は握力計が握りにくく力が思うように出せない。なので、より大きな握力が出せる形状は何か、調べたい。どの形状のとき、握力が最大となるのかはわからないがもっとも力が出ているときの手の形状は硬い粘土などを使えば調べられると思う。ただ思いっきり握ってこれ以上握れない！というときの形状が最大の力が出ている形状である。もしかするとすでにそのような形状が発見されているかもしれないが、私のリングが割れるぐらいの握力を出してみたいものだ。

23.

腕の太さ(筋の断面積)を計り握力との関係を調べる。腕の長さ(筋の長さ)を計り握力との関係を調べる。運動する前と運動した後の握力の違いを調べる。具体的にはバーベルなどを持ち上げる前と持ち上げた後で比較する。一回の大きな力を与えた場合と小さい力を何度も与えた場合と2回データを取れば比較してみても楽しいかもしれない。あとはトレーニングの効果を確かめるために、長期的なトレーニング前と後で握力を比較する。など。

24.

紙、フタ無しペットボトル、空き缶、りんご、順に片手で潰していく！(笑) すいません、思いつきません。

25.

握力計を使い握力を計ったあと、もう一度計る。筋肉が疲れると出せる力が変わるのかを見る。

26.

イスに座って背をピンと伸ばした状態で腕を垂直に伸ばした状態、下向けに伸ばした状態、上向けに伸ばした状態でそれぞれの握力を測定する。その握力を平均して本人の握力とする。

27.

握力から筋の断面積を計算してみる。1立方cm当たりの筋力が本当にみんな大体同じなのかを確かめる。

28.

握力は主に4つの力に分けられる
クラッシュ力(ものを握りつぶす力) ピンチ力(物をつま

む力) ホールド力(握ったものを保持する力) ものを開く力である。握力計ではこの力のうちクラッシュ力を測定することが出来る。私は、今回の実験では握力と時間との関係の推移を取ろうと考えている。

方法

握力計を全力で握り、時間ごとの筋力を記録しグラフ化する。右手、左手両方を行い互いにグラフに変化があるのかどうかを調べる。

29.

拳を力いっぱい握りしめると手首が曲がりにくくなる→握力と手首の柔らかさの関係を調べてみては…？

30.

- ・握力を測るときの腕の角度を変える。
- 腕の角度によって腕力の最大筋力が変化したため。手首の角度によって握力が変化するか試したいが、測定が難しいので腕の角度でも変化があるか確認したい。
- ・頭上や体の正面など、腕を上げた時や前に出したときで握力がどのように変化するか測定する。

31.

それぞれ握力計で自分の握力を測定し、理論上その力で潰すことのできる物質を本当に潰すことができるか試してみる。握り方によって発揮される力が異なってくると予想されるため、様々な大きさのものを試す。

32.

以前テレビで、筋肉に電気を流して筋肉を鍛える(筋力を強くする)実験をやっていたので、それがどの程度強くなるのか、実際に調べてみたい。

33.

意識と筋力との間にどの程度関係があるのかを測定してみたい。まず片方ずつの握力と、両手を同時に測った場合の握力を測定する。次に、両手の握力を、左右どちらかの手だけを意識して測定する。その時に、両手の数値の差や、増加・減少率などから、意識することによって変動する筋力量について、また、意識が筋力を左右すると実験結果から考えられる場合、どの程度効果的に意識できているかを左右の増加・減少率から考えることができると思われる。

34.

右手の握力と左手の握力を単純に足したものは両手の握力を同時に測定した場合と一致するのか、という疑問についての実験方法を下に示す。

1. 右手と左手それぞれの握力を順番に握力計によって一般的な方法で測定する。
2. 右手と左手それぞれに握力計を持ち、同時に握力を測定する。
3. 1つの握力計を両手で持ち、両手の握力を測定する。
上の1～3の

35.

握力計で握力をはかり実際に具体的な動作をしてみて本当に正しい握力なのか確かめる！

36.

その人の運動歴や腕の太さなど。体重と握力との関係は個人的にとっても調べてみたい。

37.

利き腕の握力と利き腕でない握力の差はある程度みんな一緒なのかを調べる。

38.

手の太さと握力は左右でも同じ係数？

39.

握力測定で誤差が生じる原因の一つとして、測定時に腕を振ることによって勢いがつくということが考えられます。なので、自分の腕の長さに合わせて握力計を固定しその位置で測るのが望ましいと思います。

41.

弓道をしていることもあり、弓を引く際、左手の手の内がどの位締まっているかを測定したい。弓と握力計を共に持つのは無理があるので、握力計にチューブを付け、そして普段使用している弓の弓力と見合う分までチューブを引く。握力計の握る部分を弓の握りと仮定する。測定する際の動作は、弓を引く一連の流れを適用する。

42.

握力計は、握りしめる力をはかるものであることから、張力をはかることも可能と考える。ここで、カブトムシを使った実験を行いたいと思う。カブトムシは自分の体重の何倍もするすいかをも運べることで有名であるが、このカブトムシの力はどれほどあるのか。カブトムシの角部分にひもを結びつけ、握力計の握りしめ動く部分にそのひもをくくりつける。握力計を固定し、カブトムシを前進させることで、カブトムシのものを引く力がどれほどのものか測定できるのではないかと考えた。