

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5773486号  
(P5773486)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int. Cl. F 1  
A 6 1 B 5/22 (2006.01) A 6 1 B 5/22 Z

請求項の数 14 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-162405 (P2011-162405)	(73) 特許権者	502341546
(22) 出願日	平成23年7月25日 (2011.7.25)		学校法人麻布獣医学園
(65) 公開番号	特開2013-22380 (P2013-22380A)		神奈川県相模原市中央区淵野辺1丁目17-71
(43) 公開日	平成25年2月4日 (2013.2.4)	(74) 代理人	100140109
審査請求日	平成26年7月25日 (2014.7.25)		弁理士 小野 新次郎
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行
		(74) 代理人	100117813
			弁理士 深澤 憲広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 実験動物の筋力測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体の筋力測定装置であって、以下：

被検体を収容する、筒状部材；

被検体の筋力を測定する、筋力測定部材；そして

被検体と筋力測定部材とを係合する、連結部材；

を含み、ここで当該被検体は実験動物及び疾患モデル動物から選択される動物である、前記筋力測定装置。

【請求項2】

前記動物がマウス、またはラットである、請求項1に記載の被検体の筋力測定装置。

10

【請求項3】

筒状部材の内部表面が、網目構造、凹凸構造、鱗状構造からなる、請求項1又は2に記載の被検体の筋力測定装置。

【請求項4】

筒状部材の断面形状が、多角形構造、円形、または楕円形、から構成される、請求項1~3のいずれか1項に記載の被検体の筋力測定装置。

【請求項5】

筋力測定部材が、張力測定装置、運動エネルギー測定装置、最大張力および張力の経時的变化を測定する装置から選択される、請求項1~4のいずれか1項に記載の被検体の筋力測定装置。

20

## 【請求項 6】

連結部材が、非伸縮性のひも状構造物である、請求項1～5のいずれか1項に記載の被検体の筋力測定装置。

## 【請求項 7】

連結部材の被検体への取り付け部に、係合用のホルダをさらに含む、請求項1～6のいずれか1項に記載の被検体の筋力測定装置。

## 【請求項 8】

被検体の筋力を測定するための方法であって、以下：

被検体と筋力測定部材とを連結部材により係合する工程；

被検体を収容する筒状部材中に被検体を導入する工程；

被検体が筒状部材中を筋力測定部材とは反対側に移動させることにより、被検体の筋力を測定する工程；

を含み、前記被検体は実験動物及び疾患モデル動物から選択される動物である、前記筋力を測定するための方法。

10

## 【請求項 9】

前記動物がマウス、またはラットである、請求項8に記載の被検体の筋力を測定するための方法。

## 【請求項 10】

筒状部材の内部表面が、網目構造、凹凸構造、鱗状構造からなる、請求項8又は9に記載の被検体の筋力を測定するための方法。

20

## 【請求項 11】

筒状部材の断面形状が、多角形構造、円形、または楕円形、から構成される、請求項8～10のいずれか1項に記載の被検体の筋力を測定するための方法。

## 【請求項 12】

筋力測定部材が、張力測定装置、運動エネルギー測定装置、最大張力および張力の経時的变化を測定する装置から選択される、請求項8～11のいずれか1項に記載の被検体の筋力を測定するための方法。

## 【請求項 13】

連結部材が、非伸縮性のひも状構造物である、請求項8～12のいずれか1項に記載の被検体の筋力を測定するための方法。

30

## 【請求項 14】

連結部材の被検体への取り付け部に、係合用のホルダをさらに含む、請求項8～13のいずれか1項に記載の被検体の筋力を測定するための方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、実験動物（例えば、マウス、ラット）の筋力を測定するための装置を提供することに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

筋力が低下することを特徴とする疾患（例えば、筋ジストロフィーや多発性筋炎など）の病態メカニズムを解明したり、またはこれらの疾患の治療方法や治療薬を開発する際に、疾患モデル動物（例えば、疾患モデルマウスなど）を利用した研究が行われている。そのため、これらの疾患モデル動物の病態を客観的に評価することは、これらの疾患の病態メカニズムを解明したり、またはこれらの疾患の治療方法や治療薬を開発する際に非常に重要である。

40

## 【0003】

従来は、病態メカニズムを解明したり、またはこれらの疾患の治療方法や治療薬を開発する際に、病態変化を確認する手段として、主として解剖学的・病理学的な手法が採用されていた。このような従来の手法を採用する場合、病態変化の評価のためには、多数の疾患

50

モデル動物を用意して、経時的に解剖学的・病理学的な組織切片などを作製して、評価を行ってきた。しかしながら、疾患モデル動物として確立されているとしても、個体ごとにそれぞれの病態は異なっており、その病態変化を正確に調べることは非常に難しいことであった。また、遺伝子治療などの経時的な変化を伴う病態の解析が困難であった。

#### 【0004】

これに対して、これまでも実験動物の筋力を測定するための装置が開発されてきた。たとえば、ラット・マウスの身体を実験を行う者が保定し、前肢または四肢を装置のグリッド状の網状構造物などにつかまらせたのちまたはワイヤーバーにつかまらせたのち、ラット・マウスの尾を引っ張ることで前肢または四肢が網状構造物から離れた際の最大張力を測定し、これを筋力として評価する装置が存在していた (Grip Strength Meter (Columbus Instruments社、<http://www.colinst.com/brief.php?id=36>)、Grip Strength Meter for Mouse (Ugo Basile Srl社、[http://www.ugobasile.com/catalogue/product/47106\\_grip\\_strength\\_meter\\_for\\_mouse.html](http://www.ugobasile.com/catalogue/product/47106_grip_strength_meter_for_mouse.html)))。しかしながらこれらの装置では、ラット、マウスを網状構造物またはワイヤーバーにつかまらせることが必要であり、つかまらせるようにするためには動物を訓練することが必要になる。また、測定時に保定にとまなうストレスが動物に対してかかったり、動物が興奮するとつかまる力が強くなるなど、測定の客観性に欠けるといふ欠点も存在していた。その結果、実験者の経験に依存して測定の可否が決まるなどの問題もある。

10

#### 【0005】

しかし、これまでは、動物に与えるストレスを軽減しつつ、筋力を客観的に測定することができる方法は、開発されていなかった。

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

本発明は、マウス・ラットなどの実験動物の本能的な習性を利用して、測定時に実験動物に対してストレスを与えないようにしながら、筋力を測定する方法を開発することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の発明者は、被検体である動物に与えるストレスを軽減しつつ四肢の筋力を測定することができる方法を開発した。具体的には、被検体と筋力測定部材とを連結部材により係合する工程；被検体を収容する筒状部材中に被検体を導入する工程；被検体が筒状部材中を筋力測定部材とは反対側に移動させることにより、被検体の筋力を測定する工程；を含む、被検体の筋力を測定するための方法を開発した。本発明の発明者はまた、独自の装置を作製することにより、上述の方法を実現することができることを明らかにした。具体的には、被検体を収容する、筒状部材；被検体の筋力を測定する、筋力測定部材；そして被検体と筋力測定部材とを係合する、連結部材；を含む、被検体の筋力測定装置を開発した。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0008】

本発明の装置を使用することにより、実験動物（例えば、マウス、ラット）にできる限りストレスを与えないようにしながら、正確で継続的な筋力測定を行うことができる。また、四肢末端に障害があるかまたは障害が発症した動物でも、筋力測定を行うことができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】図1は、本発明の実験動物の筋力測定装置の一態様を示す図である。

【図2】図2は、本発明の実験動物の筋力測定装置の別の一態様を示す図である。

【図3】図3は、図1の態様の装置を用いて測定した筋力(N)を示す図である。

【図4】図4は、筒状部材の構造の検討の一例を示す図である。

50

**【発明を実施するための形態】****【0010】**

本発明は、一態様において、被検体である動物に与えるストレスを軽減しつつ四肢の筋力を測定することができる方法を提供する。具体的には、本発明は、被検体と筋力測定部材とを連結部材により係合する工程；被検体を収容する筒状部材中に被検体を導入する工程；被検体が筒状部材中を筋力測定部材とは反対側に移動させることにより、被検体の筋力を測定する工程；を含む、被検体の筋力を測定するための方法を提供する。

**【0011】**

本発明は、筋力が低下することを特徴とする疾患（例えば、筋ジストロフィーや多発性筋炎など）に関連する様々な研究においてこれまで得ることができなかった、疾患モデル動物（例えば、疾患モデルマウスなど）での客観的な筋力の測定値を得ることを目的としていることから、試験の対象は、筋力が低下することを特徴とする疾患についてのあらゆる疾患モデル動物である。このような疾患モデル動物として使用することができる動物としては、マウス、ラット、モルモット、ウサギ、スナネズミ、ジャコウネズミなどの動物を例として挙げることができる。中でも、疾患モデル動物の種類が豊富なマウス、ラットが試験対象として特に好ましい。

10

**【0012】**

本発明の方法は、実験動物の本能的行動を利用して筋力を測定することを特徴としており、結果として筋力の測定時に実験動物にかかるストレスを大幅に低減することができるとともに、実験者の経験値にともなうばらつきを低減することができ、実験動物の筋力をより客観的に測定することができる。

20

**【0013】**

動物の多くは、本能的習性として、自己の身体が収まる程度の空間を好む傾向があり、そのような空間にいて精神的に落ち着くという習性を持っている。たとえば、マウス・ラットなどは、実験室の飼育条件下において、巣箱の壁面付近にウッドチップで巣のような空間を作り、そこで過ごすことを好む、という傾向がある。本発明においては、そのような狭い空間を好む特性を利用し、実験動物をその実験動物のサイズに適合させた筒状部材中に導入することを第一の特徴としている。動物は、このような筒状部材中に自ら積極的に進入し、筒状部材の奥へと向かうことから、この進入時の力を測定する。

30

**【0014】**

また、動物の多くは、暗いところを好むという習性を有している場合も多く、このような習性に基づいて、上述した筒状部材の周囲に覆いを取り付け、あるいは筒状部材の材質により、周囲が見えない状態にしてもよい。

**【0015】**

本発明において、筒状部材は、動物の飼育に適した耐久性および洗浄の容易性を備えた材質であればどのようなものであってもよく、金属製材料、またはプラスチック製材料、から構成される。プラスチック製材料としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリ酢酸ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、アクリロニトリル-スチレン樹脂、アクリル樹脂、などを使用することができる。

40

**【0016】**

この筒状部材の内部表面は、実験動物が自らの意思で進入する際の足掛かりとなる構造が備えられていることが必要である。表面が滑らかであると、動物が進入に際して滑ってしまい、正確な筋力を記録することができなくなるためである。したがって、本発明の筒状部材の内部表面にそなえられる構造は、網目構造、凹凸構造、鱗状構造からなる群から選択することができる。

**【0017】**

筋力が低下することを特徴とする疾患では、四肢の先端部分の筋肉は障害を起こして筋力が低下するが、体幹に近い部分の筋肉は障害を起こしていない場合がある。このような場合には、踵などのより体幹に近い部分が筒状部材にかかり、体幹に近い部分の筋力を発

50

揮することができるように、筒状部材の内部表面の構造を選択することができる。たとえば、内部構造として網目構造を使用する場合には、筋力低下の態様にしたがって、図4のように、網目構造の網目の大きさを変更させることができる。

#### 【0018】

筒状部材は、被検体動物が進入することができること、そして筒状部材の材質やその表面構造の観点から成形することができることを条件として、どのような断面形状のものであってもよい。たとえば、筒状部材の断面形状は、三角形、四角形、五角形、六角形などの多角形構造、円形、または楕円形などのどのような構造であってもよい。

#### 【0019】

次に、筒状部材の内部に進入させる動物に対して、連結部材を介して筋力測定部材を係合させる。従来の方法では、実験者が直接的に保定していたため、動物に対して不要なストレスをかけてしまい、客観性のある筋力測定を行うことができなかったが、連結部材を用いて間接的に動物と筋力測定部材とを係合させることにより、動物にかかるストレスを大幅に軽減することができる。ここで、動物と筋力測定部材との間を係合する連結部材は、動物が発揮する筋力（すなわち、筒状部材中を進入する際に生じる張力）を、筋力測定部材に対して伝達することが必要であることから、連結部材は、非伸縮性のひも状構造物または衝撃を吸収することができる程度の伸縮性を有するひも状構造物であってもよい。また、身体に係合されたものをかじったり、はずそうとしたりする動物の習性を考慮して、連結部材としては、金属製のワイヤー、チェーンを使用することが好ましい。動物に対してかかるストレスをさらに軽減することを目的として、連結部材の被検体への取り付け部に、係合用のホルダをさらに含んでもよい。このようなホルダは、シリコンチューブ、ゴムチューブなどを使用して調製することができる。

#### 【0020】

筋力測定部材は、動物が筒状部材中を進入する際に発生する張力を測定することができる装置であればどのようなものであってもよく、たとえば、張力測定装置、運動エネルギー測定装置、などを使用することができる。張力測定装置として使用することができる装置は、張力を電氣的信号に変換する張力トランスデューサー、一定張力をかけた状態での動物の移動距離を測定する装置、一定張力をかけた状態での動物の運動エネルギーを測定する装置、最大張力および張力の経時的变化を測定する装置などを例として挙げるができる。

#### 【0021】

本発明は、別の態様において、上述した被検体の筋力を測定するための方法を実現するための装置もまた、提供する。具体的には、本発明は、被検体を収容する、筒状部材；被検体の筋力を測定する、筋力測定部材；そして被検体と筋力測定部材とを係合する、連結部材；を含む、被検体の筋力測定装置を提供する。

#### 【0022】

図1は、本発明の筋力測定装置の一態様を示す図である。この図1において、筒状部材1、筋力測定部材2、および被検体と筋力測定部材2とを係合する連結部材3を有する筋力測定装置を示す。この図に示す態様において、筋力測定部材2は張力トランスデューサーである場合を示している。

#### 【0023】

図2は、本発明の筋力測定装置の一態様を示す図である。この図2において、筒状部材1、筋力測定部材4、および被検体と筋力測定部材4とを係合する連結部材3を有する筋力測定装置を示す。この図に示す態様において、筋力測定部材4は一定張力をかけた状態での動物の移動距離を測定する装置である場合を示している。

#### 【0024】

図1および図2のいずれにおいても、動物は筒状部材1中を矢印の方向に進入し、連結部材3に張力がかかる。そしてその結果、図1においては実験動物に取り付けられた連結部材3に他端において接続された張力トランスデューサー2に張力が伝えられ、張力トランスデューサー2がその張力を電気信号に変換することにより、張力を数値化することができる

10

20

30

40

50

。一方、図2においては実験動物に取り付けられた連結部材3は他端においておもり5と接続されており、張力によりおもり5が移動する距離を回転計4などの移動距離を測定する装置により測定することにより、張力を数値化することができる。

【実施例】

【0025】

実施例1：張力トランスデューサーを使用した筋力測定装置

本実施例においては、筋力測定装置として張力トランスデューサーを利用した筋力測定装置を作製し、マウスの筋力を測定した。

【0026】

筒状部材として、細かい網目を有する金属製の網を筒状に成形して使用した。マウスと張力トランスデューサーとの間を結ぶ連結部材としては、金属製のワイヤーを使用し、その一端をマウスの尾に、他端を張力トランスデューサーに接続した。金属製のワイヤーをマウスの尾に接続する際には、マウスに対してストレスを与えないように、尾にシリコンチューブをはめ込み、尾とシリコンチューブとの間に金属製のワイヤーを通して係合させた(図1を参照)。

10

【0027】

マウスは、筒状部材中に進入し、その内部を入り口とは反対側に向けて進んだ。その結果、連結部材が張った状態になり、張力トランスデューサーに張力が伝えられた。この張力トランスデューサーは、張力を電圧に変換し、換算することにより、張力の値をニュートン(N)として算出した。

20

【0028】

この装置を用いて、5匹のマウスを被検体として実際に筋力を測定した結果を、図3に示す。この図において、5匹のマウスのそれぞれについての結果をNo. 1~No. 5で示しており、それぞれの図の上段は最大張力を、下段は加速度を、それぞれ示している。これらのNo. 1~No. 5の全てのマウスにおいて、いずれ2.38 N~2.80 Nの最大張力を発揮することが測定でき、ほぼ安定的に最大筋力を測定することができることが示された。

【0029】

実施例2：おもりの移動距離を測定することによる筋力測定装置

本実施例においては、筋力測定装置として一定張力をかけた状態での動物の移動距離を測定する装置を利用した筋力測定装置を作製し、マウスの筋力を測定した。

30

【0030】

筒状部材として、細かい網目を有する金属製の網を筒状に成形して使用した。マウスと張力測定部材との間を結ぶ連結部材としては、金属製のワイヤーを使用し、その一端をマウスの尾に、他端をおもりに接続した。金属製のワイヤーをマウスの尾に接続する際には、マウスに対してストレスを与えないように、尾にシリコンチューブをはめ込み、尾とシリコンチューブとの間に金属製のワイヤーを通して係合させた(図2を参照)。

【0031】

マウスは、筒状部材中に進入し、その内部を入り口とは反対側に向けて進んだ。その結果、おもりに接続された金属ワイヤは張った状態になり、マウスがさらに筒状部材中を進入することにより、おもりが移動した。この移動距離を測定することにより、マウスの仕事量を算出した。

40

【0032】

実施例3：筒状部材の構造についての検討

本実施例においては、筒状部材の網目の大きさが、マウスの筋力を発揮させるために影響を与えるか否かについて調べた。

【0033】

本実施例においては、細かい網目の金属製の網と、粗い網目の金属製の網の2種類の網を用意し、これらを使用して筒状部材を成型した。細かい網目は、マウスの四肢のつま先(爪)が引っかかるサイズの網目であり(図4(a))、一方粗い網目は、マウスのかかと部分が引っかかるサイズの網目である(図4(b))。これらの網を使用して、実施例1と

50

同様の装置を作製した。

【0034】

その結果、いずれの網を使用しても、網目を使用して入り口とは反対側への推進力を生じ、結果として同様の張力を張力トランスデューサーに伝達することができた。

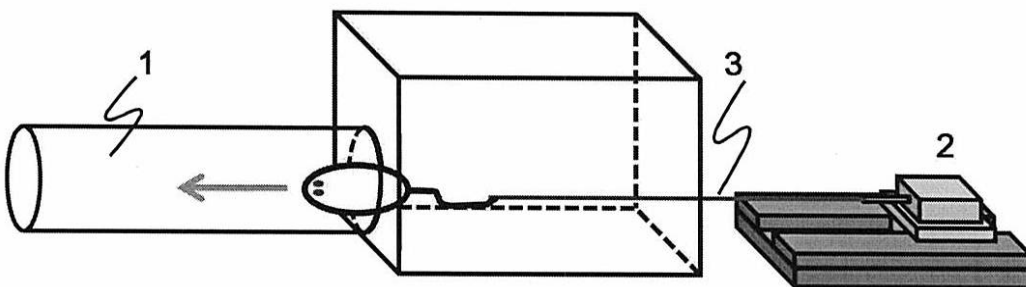
【産業上の利用可能性】

【0035】

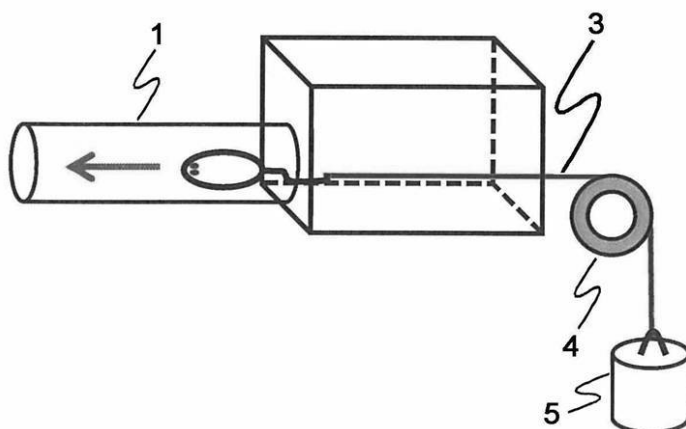
本発明の装置は、実験動物（例えば、マウス、ラット）に与えるストレスを軽減しながら、正確で継続的な筋力測定を行うことができ、また、四肢末端に障害を発症した動物でも、筋力測定を行うことができることから、筋力が低下することを特徴とする疾患（例えば、筋ジストロフィーや多発性筋炎など）の病態メカニズムを解明したり、またはこれらの疾患の治療方法や治療薬を開発する際に、疾患モデル動物（例えば、疾患モデルマウスなど）の実際的な筋力を測定することができる。

10

【図1】



【図2】

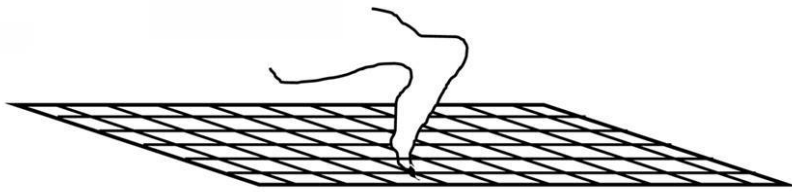


【 図 3 】

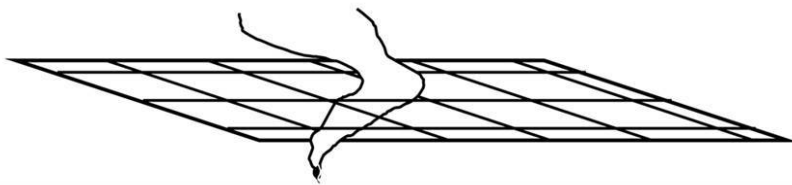


【 図 4 】

(a)



(b)





---

フロントページの続き

(72)発明者 折戸 謙介

神奈川県相模原市中央区淵野辺1丁目17-71 麻布大学内

審査官 湯本 照基

(56)参考文献 特開2007-267767(JP,A)

特開2006-034210(JP,A)

特開2008-043224(JP,A)

特開平08-196161(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/22