

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2016/039241

発行日 平成29年6月29日 (2017.6.29)

(43) 国際公開日 平成28年3月17日 (2016.3.17)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 3 B 71/06 (2006.01)	A 6 3 B 71/06 J	4 C 0 1 7
A 6 3 B 69/00 (2006.01)	A 6 3 B 69/00 C	
A 6 1 B 5/0245 (2006.01)	A 6 1 B 5/02 7 1 O P	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 27 頁)

出願番号 特願2016-547403 (P2016-547403)	(71) 出願人 503027931
(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/074990	学校法人同志社
(22) 国際出願日 平成27年9月2日 (2015.9.2)	京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地
(31) 優先権主張番号 特願2014-183859 (P2014-183859)	(74) 代理人 110000475
(32) 優先日 平成26年9月10日 (2014.9.10)	特許業務法人みのり特許事務所
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 石井 好二郎
	京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学内
	Fターム(参考) 4C017 AA02 AB02 BB13 BC11 BC23 EE15

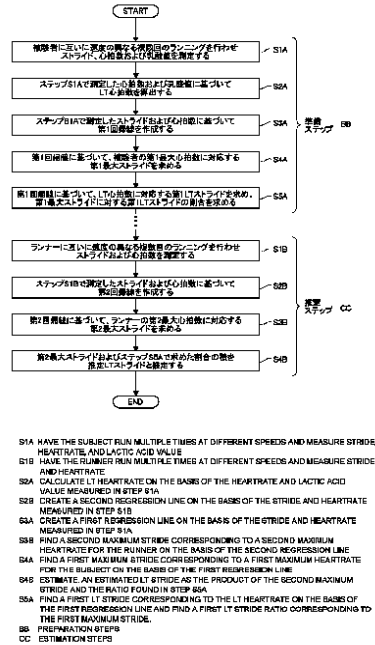
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トレーニングに好適なランニング強度の推定方法、およびランニング支援装置

(57) 【要約】

本発明は、採血を行うことなくトレーニングに好適なランニング強度を推定する推定方法、および採血を行うことなくトレーニングに好適なランニング強度でのランニングを支援するランニング支援装置を提供することを課題とする。

本発明に係る推定方法は、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行って測定したストライドおよび心拍数に基づいて、心拍数が最大心拍数となるときのストライドである第2最大ストライドを求め、この第2最大ストライドと予め定められた割合（一例として、第1準備ステップS1A～第5準備ステップS5Aで求めた割合）との積を乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドである推定LTストライドと推定する（第1推定ステップS1B～第4推定ステップS4B）。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ランナーの年齢の入力を受け付ける入力部と、
前記ランナーのランニング中の位置を測定する位置測定部と、
前記位置測定部によって測定された前記位置の変化に基づいて前記ランナーのストライドを求めるストライド算出部と、

前記ランナーのランニング中または直後の心拍数を測定する心拍数測定部と、
前記入力部から入力された前記年齢と、年齢と最大心拍数との関係を示す関係式と、前記ストライド算出部によって求められた前記ストライドと、前記心拍数測定部によって測定された前記心拍数と、予め定められた割合とを格納した記憶部と、

前記記憶部を参照しながら、前記ランナーの現在のストライドと前記ランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドであるLTストライドとの一致の程度を求める演算部と、

前記演算部によって求められた前記一致の程度を前記ランナーに通知する通知部と、
を備え、

前記演算部は、前記ランナーが事前準備として互いに異なるランニング速度で複数回のランニングを行ったときの前記ストライドおよび前記心拍数から回帰線を作成するとともに、前記年齢および前記関係式から求めた前記最大心拍数に対応する最大ストライドを前記回帰線に基づいて求めておき、

さらに、前記演算部は、前記ランナーがトレーニングとしてのランニングを行っているときに、事前に求めておいた前記最大ストライドと前記記憶部に格納された前記割合との積により前記LTストライドを推定し、前記LTストライドと前記現在のストライドとをリアルタイムに比較する

ことを特徴とするランニング支援装置。

【請求項 2】

前記割合が、以下の第1～第5準備ステップを実行することにより実験的に求められたものであることを特徴とする請求項1に記載のランニング支援装置。

(1) 被験者に、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値とを測定する第1準備ステップ。

(2) 第1準備ステップで測定した前記心拍数および前記乳酸値に基づいて、前記被験者が前記乳酸性作業閾値でランニングを行った場合の心拍数である実LT心拍数を算出する第2準備ステップ。

(3) 第1準備ステップで測定した前記ストライドおよび前記心拍数の関係を示す回帰線を作成する第3準備ステップ。

(4) 前記被験者の年齢から求めた被験者最大心拍数に対応したストライドである被験者最大ストライドを第3準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求める第4準備ステップ。

(5) 前記実LT心拍数に対応したストライドである被験者LTストライドを第3準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求めるとともに、前記割合を、計算式“前記被験者LTストライド/前記被験者最大ストライド”で求める第5準備ステップ。

【請求項 3】

前記記憶部に格納された前記割合が、複数の被験者に対して第1～第5準備ステップを実行することにより求められた複数の割合に基づいて算出された算出値であることを特徴とする請求項2に記載のランニング支援装置。

【請求項 4】

前記算出値が、前記複数の割合の全部または一部の平均値であることを特徴とする請求項3に記載のランニング支援装置。

【請求項 5】

前記算出値が、75.99%～93.77%の範囲内にあることを特徴とする請求項4

10

20

30

40

50

に記載のランニング支援装置。

【請求項 6】

前記位置測定部が、GPS受信機であることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか一項に記載のランニング支援装置。

【請求項 7】

前記通知部が、前記一致の程度に応じて、前記ランナーが知覚し得る光、音、振動、またはこれらの 2 つ以上の組み合わせを変化させる装置であることを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれか一項に記載のランニング支援装置。

【請求項 8】

前記ランナーの体に装着可能であることを特徴とする請求項 1～請求項 7 のいずれか一項に記載のランニング支援装置。

10

【請求項 9】

腕時計の形状を有することを特徴とする請求項 8 に記載のランニング支援装置。

【請求項 10】

ランナーに、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数とを測定する第 1 推定ステップと、

第 1 推定ステップで測定した前記ストライドおよび前記心拍数の関係を示す回帰線を作成する第 2 推定ステップと、

前記ランナーの年齢から該ランナーの最大心拍数を求めるとともに、前記最大心拍数に対応したストライドである最大ストライドを前記回帰線に基づいて求める第 3 推定ステップと、

20

第 3 推定ステップで求めた前記最大ストライドと予め定められた割合との積を、前記ランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドである推定 LT ストライドと推定する第 4 推定ステップと、

を含む推定ステップを実行することを特徴とする、トレーニングに好適なランニング強度の推定方法。

【請求項 11】

前記割合が、以下の第 1～第 5 準備ステップを含む準備ステップを実行することにより実験的に求められたものであることを特徴とする請求項 10 に記載の推定方法。

30

(1) 被験者に、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値とを測定する第 1 準備ステップ。

(2) 第 1 準備ステップで測定した前記心拍数および前記乳酸値に基づいて、前記被験者が前記乳酸性作業閾値でランニングを行った場合の心拍数である実 LT 心拍数を算出する第 2 準備ステップ。

(3) 第 1 準備ステップで測定した前記ストライドおよび前記心拍数の関係を示す回帰線を作成する第 3 準備ステップ。

(4) 前記被験者の年齢から求めた被験者最大心拍数に対応したストライドである被験者最大ストライドを第 3 準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求める第 4 準備ステップ。

40

(5) 前記実 LT 心拍数に対応したストライドである被験者 LT ストライドを第 3 準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求めるとともに、前記割合を、計算式“前記被験者 LT ストライド / 前記被験者最大ストライド”で求める第 5 準備ステップ。

【請求項 12】

前記推定ステップが、

第 1 推定ステップにおける各ランニングのランニング速度および第 1 推定ステップで測定した前記ストライドの関係を示す回帰線を作成する第 5 推定ステップと、

前記推定 LT ストライドに対応するランニング速度を第 5 推定ステップで作成した前記回帰線に基づいて求めるとともに、求めたランニング速度を推定 LT ランニング速度とす

50

る第6推定ステップと、
をさらに含むことを特徴とする請求項10または請求項11に記載の推定方法。

【請求項13】

第4推定ステップにおいて使用する前記割合が、複数の被験者に対して第1～第5準備ステップを実行することにより求めた複数の割合に基づいて算出された算出値であることを特徴とする請求項11に記載の推定方法。

【請求項14】

前記算出値が、前記複数の割合の全部または一部の平均値であることを特徴とする請求項13に記載の推定方法。

【請求項15】

前記算出値が、75.99%～93.77%の範囲内にあることを特徴とする請求項14に記載の推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トレーニングに好適なランニング強度の推定方法、およびトレーニングに好適なランニング強度でのランニングを支援するランニング支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

日本では、健康志向の高まりとともにランニング愛好者（以下、単に「ランナー」という）が年々増加している。そして、ランナーの中には、本格的にフルマラソンに挑戦する者も多々存在し、日本陸連公認のマラソン大会における完走者の数は、2004年度から2009年度までの間に約2倍になったと言われている。このランニングブームとも呼べる現象は、今後、ますます拡大していくと予想される。

【0003】

ところで、マラソンの記録（パフォーマンス）を向上させるためには、最大酸素摂取量（ $\text{VO}_{2\text{max}}$ ）を向上させればよいことが知られており、このためには、乳酸性作業閾値に等しいランニング強度、または乳酸性作業閾値を超えるランニング強度でトレーニングを行うことが効果的であるとされている（例えば、非特許文献1参照）。図18に示すように、ランニング強度を増加させていくと、乳酸の生産に対して酸化が追い付かなくなり、血液中の乳酸濃度（以下、「乳酸値」という）が急激に増加する。この急激な増加が観測されたとき、すなわち、直線C1と直線C2が交わったときのランニング強度を乳酸性作業閾値という。

【0004】

一方で、乳酸性作業閾値を超えるランニング強度でのトレーニングは、心臓に過度の負担をかけることになる。このため、マラソンの記録を向上させるためには、乳酸性作業閾値に等しいランニング強度でトレーニングを行うことが望ましい。乳酸性作業閾値に等しいランニング強度でのトレーニングには、脂質と糖質をバランスよく消費することができるという利点もある。

【0005】

なお、乳酸性作業閾値は、Lactate Thresholdの頭文字をとって「LT」と呼ばれることが多い。以下、本明細書では、乳酸性作業閾値をLTと呼ぶこととする。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】A.Weltman, R.L.Seip, D.Snead, J.Y.Weltman, E.M.Haskvitz, W.S.Evans, J.D.Veldhuis, A.D.Rogol, "Exercise Training at and above the Lactate Threshold in Previously Untrained Women", Int.J.Sports Med. 13 (1992), pp.257-263.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0007】

しかしながら、LTを測定するためには採血を行う必要がある。このため、多くのランナーにとって、自分自身が行っているトレーニングのランニング強度とLTとの関係を知ることが非常に困難である。

【0008】

本発明はこのような状況を鑑みてなされたものであって、その課題とするところは、採血を行うことなくトレーニングに好適なランニング強度を推定する推定方法、および採血を行うことなくトレーニングに好適なランニング強度でのランニングを支援するランニング支援装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明に係るランニング支援装置は、

(1)ランナーの年齢の入力を受け付ける入力部と、(2)ランナーのランニング中の位置を測定する位置測定部と、(3)位置測定部によって測定された位置の変化に基づいてランナーのストライドを求めるストライド算出部と、(4)ランナーのランニング中または直後の心拍数を測定する心拍数測定部と、(5)入力部から入力された年齢と、年齢と最大心拍数との関係を示す関係式と、ストライド算出部によって求められたストライドと、心拍数測定部によって測定された心拍数と、予め定められた割合とを格納した記憶部と、(6)記憶部を参照しながら、ランナーの現在のストライドとランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドであるLTストライドとの一致の程度を求める演算部と、(7)演算部によって求められた一致の程度をランナーに通知する通知部とを備え、

演算部は、ランナーが事前準備として互いに異なるランニング速度で複数回のランニングを行ったときのストライドおよび心拍数から回帰線(実施例の「第2回帰線」)を作成するとともに、年齢および関係式から求めた最大心拍数(実施例の「第2最大心拍数」)に対応する最大ストライド(実施例の「第2最大ストライド」)を上記回帰線に基づいて求めておき、さらに、演算部は、ランナーがトレーニングとしてのランニングを行っているときに、事前に求めておいた最大ストライドと記憶部に格納された割合との積によりLTストライドを推定し、LTストライドと現在のストライドとをリアルタイムに比較する、ことを特徴とする。

【0010】

上記ランニング支援装置の記憶部に格納された割合は、例えば、以下の第1～第5準備ステップを実行することにより実験的に求められたものとすることができる。

(1A)被験者に、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値とを測定する第1準備ステップ。

(2A)第1準備ステップで測定した心拍数および乳酸値に基づいて、被験者が乳酸性作業閾値でランニングを行った場合の心拍数である実LT心拍数を算出する第2準備ステップ。

(3A)第1準備ステップで測定したストライドおよび心拍数の関係を示す回帰線(実施例の「第1回帰線」)を作成する第3準備ステップ。

(4A)被験者の年齢から求めた被験者最大心拍数(実施例の「第1最大心拍数」)に対応したストライドである被験者最大ストライド(実施例の「第1最大ストライド」)を第3準備ステップで作成した回帰線に基づいて求める第4準備ステップ。

(5A)実LT心拍数に対応したストライドである被験者LTストライド(実施例の「第1LTストライド」)を第3準備ステップで作成した回帰線に基づいて求めるとともに、上記割合を、計算式“被験者LTストライド/被験者最大ストライド”で求める第5準備ステップ。

【0011】

上記ランニング支援装置の記憶部に格納された割合は、複数の被験者に対して第1～第

10

20

30

40

50

5 準備ステップを実行することにより求められた複数の割合に基づいて算出された算出値であることが好ましい。この場合は、複数の割合の全部または一部の平均値を算出値とすることができる。算出値の範囲は、例えば、75.99%～93.77%である。

【0012】

上記ランニング支援装置の位置測定部は、例えば、GPS受信機である。また、上記ランニング支援装置の通知部は、例えば、ランナーの現在のストライドとランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドであるLTストライドとの一致の程度に応じて、ランナーが知覚し得る光、音、振動、またはこれらの2つ以上の組み合わせを変化させる装置である。

【0013】

上記ランニング支援装置は、ランナーの体に装着可能な形状、例えば、腕時計の形状を有していることが好ましい。

【0014】

また、上記課題を解決するために、本発明に係るトレーニングに好適なランニング強度の推定方法は、

(1B)ランナーに、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数とを測定する第1推定ステップと、(2B)第1推定ステップで測定したストライドおよび心拍数の関係を示す回帰線(実施例の「第2回帰線」)を作成する第2推定ステップと、(3B)ランナーの年齢から該ランナーの最大心拍数(実施例の「第2最大心拍数」)を求めるとともに、この最大心拍数に対応したストライドである最大ストライド(実施例の「第2最大ストライド」)を回帰線に基づいて求める第3推定ステップと、(4B)第3推定ステップで求めた最大ストライドと予め定められた割合との積を、ランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドである推定LTストライドと推定する第4推定ステップとを含む推定ステップを実行する、ことを特徴とする。

【0015】

上記推定方法における割合は、例えば、以下の第1～第5準備ステップを含む準備ステップを実行することにより実験的に求められたものとしてすることができる。

(1A)被験者に、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値とを測定する第1準備ステップ。

(2A)第1準備ステップで測定した心拍数および乳酸値に基づいて、被験者が乳酸性作業閾値でランニングを行った場合の心拍数である実LT心拍数を算出する第2準備ステップ。

(3A)第1準備ステップで測定したストライドおよび心拍数の関係を示す回帰線(実施例の「第1回帰線」)を作成する第3準備ステップ。

(4A)被験者の年齢から求めた被験者最大心拍数(実施例の「第1最大心拍数」)に対応したストライドである被験者最大ストライド(実施例の「第1最大ストライド」)を第3準備ステップで作成した回帰線に基づいて求める第4準備ステップ。

(5A)実LT心拍数に対応したストライドである被験者LTストライド(実施例の「第1LTストライド」)を第3準備ステップで作成した回帰線に基づいて求めるとともに、上記割合を、計算式「被験者LTストライド/被験者最大ストライド」で求める第5準備ステップ。

【0016】

上記推定方法の推定ステップは、さらに、(5B)第1推定ステップにおける各ランニングのランニング速度および第1推定ステップで測定したストライドの関係を示す回帰線(実施例の「第3回帰線」)を作成する第5推定ステップと、(6B)推定LTストライドに対応するランニング速度を第5推定ステップで作成した回帰線に基づいて求めるとともに、求めたランニング速度を推定LTランニング速度とする第6推定ステップとをさらに含んでいてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

上記推定方法の第4推定ステップにおいて使用する割合は、複数の被験者に対して第1～第5準備ステップを実行することにより求めた複数の割合に基づいて算出された算出値であることが好ましい。この場合は、複数の割合の全部または一部の平均値を算出値とすることができる。算出値の範囲は、例えば、75.99%～93.77%である。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、採血を行うことなくトレーニングに好適なランニング強度を推定可能な推定方法を提供することができる。また、本発明によれば、採血を行うことなくトレーニングに好適なランニング強度でのランニングを支援可能なランニング支援装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図1】本発明の実施例に係る推定方法のフロー図である。

【図2】本発明の別の実施例に係る推定方法のフロー図である。

【図3】本発明のさらに別の実施例に係る推定方法のフロー図である。

【図4】本発明に係る推定方法の準備ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた表である。

【図5】本発明に係る推定方法の準備ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた、図4に続く表である。

20

【図6】本発明に係る推定方法の準備ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた、図5に続く表である。

【図7】本発明に係る推定方法の準備ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた、図6に続く表である。

【図8】本発明に係る推定方法の推定ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた表である。

【図9】本発明に係る推定方法の推定ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた、図8に続く表である。

【図10】本発明に係る推定方法の推定ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた、図9に続く表である。

30

【図11】本発明に係る推定方法の推定ステップを実行することにより得られた各種データをまとめた、図10に続く表である。

【図12】本発明に係る推定方法で作成した第1回帰線とその使い方を説明するためのグラフ(A)、第2回帰線とその使い方を説明するためのグラフ(B)、および第3回帰線とその使い方を説明するためのグラフ(C)である。

【図13】本発明に係る推定方法の推定精度を示すグラフである。

【図14】比較例に係る推定方法の推定精度を示すグラフである。

【図15】本発明に係る推定方法の推定精度を示すグラフである。

【図16】比較例に係る推定方法の推定精度を示すグラフである。

【図17】本発明の実施例に係るランニング支援装置の概略構成を示すブロック図である

40

【図18】乳酸性作業閾値の定義を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明に係るトレーニングに好適なランニング強度の推定方法、およびランニング支援装置の実施例について説明する。

【 0 0 2 1 】

< 好適なランニング強度の推定方法 >

図1に、本発明に係る推定方法のフロー図を示す。同図に示すように、本発明の推定方法は、第1準備ステップS1A～第5準備ステップS5Aを含む準備ステップと、第1推

50

定ステップ S 1 B ~ 第 4 推定ステップ S 4 B を含む推定ステップとで構成されている。準備ステップは、推定ステップの第 4 推定ステップ S 4 B で使用する割合を求めるために実行される。準備ステップを 1 回実行して割合が求めれば、その後は、採血を必要としない推定ステップを実行するだけでトレーニングに好適なランニング強度、すなわち、L T 時のストライドである推定 L T ストライドを推定することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明に係る推定方法は、図 2 に示すように、推定ステップがさらに第 5 推定ステップ S 5 B および第 6 推定ステップ S 6 B を含んでいてもよい。この場合は、最終的に、L T 時のランニング速度である推定 L T ランニング速度を推定することができる。

【 0 0 2 3 】

図 1 および図 2 は、1 人の被験者に対して準備ステップを実行することにより求めた 1 つの割合を推定ステップで使用する場合のフロー図であるが、本発明に係る推定方法は、図 3 に示すように、複数の被験者に対して準備ステップを実行して複数の割合を求め、該複数の割合に基づいて算出した 1 つの割合を推定ステップ（第 1 推定ステップ S 1 B ~ 第 6 推定ステップ S 6 B、または第 1 推定ステップ S 1 B ~ 第 4 推定ステップ S 4 B）で使用してもよい。以下、図 3 に示す実施例における各ステップについて詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

[準備ステップ]

[第 1 準備ステップ S 1 A]

第 1 準備ステップ S 1 A では、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを被験者に行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値を測定する。

【 0 0 2 5 】

本実施例では、フルマラソンの完走を目標としたランニング愛好者 3 2 名（内訳は、男性 1 7 名、女性 1 5 名。年齢は 45.8 ± 9.5 歳）に 1, 0 0 0 m の漸増走を 5 ステージ行わせ、3 0 0 m 地点と 7 0 0 m 地点のストライドを測定するとともに、各ステージのインターバル中（ランニング直後）に心拍数と乳酸値を測定した。心拍数の測定には、ポラール社製の携帯型心拍数測定装置「ポラールアキュレックスプラス」を使用し、乳酸値の測定には、アークレイ社製の簡易乳酸測定器「ラクテート・プロ」を使用した。

【 0 0 2 6 】

また、本実施例では、各被験者の各ステージにおける設定タイムを表 1 の通りとした。一例として説明すると、フルマラソンの目標タイムが 3 時間半である被験者については、第 1 ステージの設定タイムを 6 分 0 0 秒、第 2 ステージの設定タイムを 5 分 3 0 秒、第 3 ステージの設定タイムを 5 分 0 0 秒、第 4 ステージの設定タイムを 4 分 3 0 秒、第 5 ステージの設定タイムを 4 分 0 0 秒とした。

【表 1】

マラソン目標タイム	ステージ				
	1	2	3	4	5
3時間半	6分00秒	5分30秒	5分00秒	4分30秒	4分00秒
4時間	6分30秒	6分00秒	5分30秒	5分00秒	4分30秒
4時間半	7分30秒	7分00秒	6分30秒	6分00秒	5分30秒
5時間	8分00秒	7分30秒	7分00秒	6分30秒	6分00秒

【 0 0 2 7 】

本ステップを実行することにより得られた各被験者のデータを、図 4 ~ 図 7 のストライド列、心拍数列および乳酸値列に示す。なお、図 4 は被験者 1 ~ 被験者 8 のデータをまとめた表、図 5 は被験者 9 ~ 被験者 1 6 のデータをまとめた表、図 6 は被験者 1 7 ~ 被験者 2 4 のデータをまとめた表、図 7 は被験者 2 5 ~ 被験者 3 2 のデータをまとめた表である。また、各図のストライド列に示したストライドは、3 0 0 m 地点のストライドと 7 0 0

10

20

30

40

50

m地点のストライドの平均値である。

【0028】

[第2準備ステップS2A]

第2準備ステップS2Aでは、第1準備ステップS1Aで測定した心拍数および乳酸値に基づいて、LT時の心拍数である実LT心拍数を算出する。

【0029】

本実施例では、アークレイ社製の乳酸管理ソフト「MEQNET LT Manager」を使用して各被験者の実LT心拍数を算出した。本ステップを実行することにより算出された各被験者の実LT心拍数を、図4～図7の実LT心拍数列に示す。なお、本発明では、横軸を心拍数、縦軸を乳酸値とした二次元座標空間上に各ステージの測定点をプロットし、第1～第3ステージの測定点から作成した回帰線と第3～第5ステージの測定点から作成した回帰線との交点における心拍数を実LT心拍数としてもよい。

10

【0030】

なお、本ステップは、後述する第3準備ステップS3Aまたは第4準備ステップS4Aの後（ただし、第5準備ステップS5Aの前）に実行してもよい。

【0031】

[第3準備ステップS3A]

第3準備ステップS3Aでは、第1準備ステップS1Aで測定したストライドおよび心拍数に基づいて、第1回帰線を作成する。

【0032】

一例として、被験者1の第1回帰線を図12(A)に示す。横軸を心拍数、縦軸をストライドとした二次元座標空間上に被験者1の5つの測定点をプロットして第1回帰線を作成したところ、傾きは0.00714、切片は0.22457となった。第1回帰線の傾きおよび切片は、マイクロソフト社製表計算ソフトのSLOPE関数およびINTERCEPT関数を使って求めてもよい。本ステップを実行することにより作成された各被験者についての第1回帰線の傾きおよび切片を図4～図7に示す。

20

【0033】

[第4準備ステップS4A]

第4準備ステップS4Aでは、第3準備ステップS3Aで作成した第1回帰線に基づいて、被験者の最大心拍数（以下、「第1最大心拍数」という）に対応したストライドである第1最大ストライドを求める。

30

【0034】

本実施例では、関係式“最大心拍数 = 220 - 年齢”を使って第1最大心拍数を求め、これに対応した第1最大ストライドを第1回帰線に基づいて求めた。図12(A)に示すように、被験者1（45歳）の第1最大心拍数175回/分に対応した第1最大ストライドは、1.4744mとなった。本ステップを実行することにより求められた各被験者の第1最大ストライドを、図4～図7の第1最大ストライド列に示す。

【0035】

[第5準備ステップS5A]

第5準備ステップS5Aでは、第3準備ステップS3Aで作成した第1回帰線に基づいて、第2準備ステップS2Aで求めた実LT心拍数に対応したストライドである第1LTストライドを求める。

40

【0036】

図12(A)に示すように、被験者1の実LT心拍数135回/分に対応した第1LTストライドは、1.1887mとなった。本ステップを実行することにより求めた各被験者の第1LTストライドを、図4～図7の第1LTストライド列に示す。

【0037】

第5準備ステップS5Aでは、さらに、第1最大ストライドに対する第1LTストライドの割合を求める。

【0038】

50

前述した通り、被験者1の第1最大ストライドおよび第1LTストライドは、それぞれ、1.4744m、1.1887mなので、第1最大ストライドに対する第1LTストライドの割合は80.62%となる。

【0039】

図1および図2に示した、1人の被験者に対して準備ステップを実行することにより求めた1つの割合を推定ステップで使用する場合は、この80.62%を後述する推定ステップで使用する。一方、本実施例(図3)では、32名の被験者に対して第1準備ステップS1A~第5準備ステップS5Aを実行することにより求めた32個の割合に基づいて最終的な割合を算出し、これを後述する推定ステップで使用する。

【0040】

より詳しくは、本実施例では、図4~図7の割合列に示した各被験者の割合の平均をとることにより、推定ステップで使用する最終的な割合を算出する。図4~図7に示すように、各被験者の割合には少なくないバラツキが存在する。しかしながら、平均をとることにより、あらゆるランナーの好適なランニング強度を精度良く推定するのに好適な割合を算出することができる。

【0041】

本実施例では、各被験者の割合の平均値が84.88%となった。前述の通り、本実施例では、年齢、性別およびマラソンの記録(パフォーマンス)が異なる様々な被験者から得られたデータに基づいて割合を求めた。このため、上記84.88%は、多くのランナーの好適なランニング強度を推定するために使用できる汎用性の高い値であると考えられる。その一方で、被験者を別人とすれば、上記の平均値は変動すると考えられる。この場合、変動の範囲は、各被験者の割合の標準偏差が8.89%であったことから、75.99%~93.77%と予想される。

【0042】

他の好適な算出値としては、例えば中央値がある。平均値や中央値を算出する際は、各被験者の割合の最大値および最小値を除外する等の、ノイズ除去のための公知の手法を用いてもよい。

【0043】

ここまでが、本発明に係る推定方法の準備ステップである。続いて、本発明に係る推定方法の推定ステップについて説明する。

【0044】

[推定ステップ]

[第1推定ステップS1B]

第1推定ステップS1Bでは、トレーニングに好適なランニング強度が知りたいランナーに、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数を測定する。第1準備ステップS1Aとは異なり、本ステップでは乳酸値を測定する必要はない。

【0045】

本実施例では、準備ステップにおける被験者1と同一のランナー1に第1準備ステップS1Aと同様の1,000mの漸増走を5ステージ行わせ、300m地点と700m地点のストライドを測定するとともに、各ステージのインターバル中(ランニング直後)に心拍数を測定した。第1準備ステップS1Aと同様、心拍数の測定には、ポラール社製の携帯型心拍数測定装置「ポラールアキュレックスプラス」を使用した。本ステップを実行することにより得られたランナー1のデータを、図8のストライド列および心拍数列に示す。

【0046】

[第2推定ステップS2B]

第2推定ステップS2Bでは、第1推定ステップS1Bで測定したストライドおよび心拍数に基づいて、第2回帰線を作成する。

【0047】

10

20

30

40

50

ランナー 1 の第 2 回帰線を図 1 2 (B) に示す。横軸を心拍数、縦軸をストライドとした二次元座標空間上にランナー 1 の 5 つの測定点をプロットして第 2 回帰線を作成したところ、傾きは 0 . 0 0 7 1 4、切片は 0 . 2 2 4 5 7 となった。第 2 回帰線の傾きおよび切片は、マイクロソフト社製表計算ソフトの S L O P E 関数および I N T E R C E P T 関数を使って求めてもよい。本ステップを実行することにより作成されたランナー 1 についての第 2 回帰線の傾きおよび切片を図 8 に示す。

【 0 0 4 8 】

[第 3 推定ステップ S 3 B]

第 3 推定ステップ S 3 B では、第 2 推定ステップ S 2 B で作成した第 2 回帰線に基づいて、ランナーの最大心拍数（以下、「第 2 最大心拍数」という）に対応したストライドである第 2 最大ストライドを求める。

10

【 0 0 4 9 】

本実施例では、関係式“最大心拍数 = 2 2 0 - 年齢”を使って第 2 最大心拍数を求め、これに対応した第 2 最大ストライドを第 2 回帰線に基づいて求めた。図 1 2 (B) に示すように、ランナー 1 (4 5 歳) の第 2 最大心拍数 1 7 5 回 / 分に対応した第 2 最大ストライドは、1 . 4 7 4 4 m となった。本ステップを実行することにより求められたランナー 1 の第 2 最大ストライドを、図 8 の第 2 最大ストライド列に示す。

【 0 0 5 0 】

[第 4 推定ステップ S 4 B]

第 4 推定ステップ S 4 B では、第 3 推定ステップ S 3 B で求めた第 2 最大ストライドと第 5 準備ステップ S 5 A で求めた最終的な割合（平均値）の積を L T 時のストライドと推定する。以下、このストライドを「推定 L T ストライド」と呼ぶ。

20

【 0 0 5 1 】

前述の通り、第 2 最大ストライドは 1 . 4 7 4 4 m である。また、図 4 ~ 図 7 の割合列に示した各被験者の割合の平均値は、図 8 の割合平均値列に示した通り、8 4 . 8 8 % である。したがって、本実施例では、 $1 . 4 7 4 4 \text{ m} \times 0 . 8 4 8 8 = 1 . 2 5 1 4 \text{ m}$ を推定 L T ストライドと推定する。本ステップを実行することにより求められたランナー 1 の推定 L T ストライドを、図 8 の推定 L T ストライド列に示す。

【 0 0 5 2 】

後述する第 5 推定ステップ S 5 B および第 6 推定ステップ S 6 B を実行しない場合は、本ステップで推定した推定 L T ストライドがランナー 1 にとっての好適なランニング強度となる。この場合、ランナー 1 は、ストライドが推定 L T ストライドに一致するようにランニングを行うことで、L T に近似した強度でのトレーニングを行うことができる。

30

【 0 0 5 3 】

[第 5 推定ステップ S 5 B]

第 5 推定ステップ S 5 B では、第 1 推定ステップ S 1 B の各ランニングにおけるランニング速度および第 1 推定ステップ S 1 B で測定したストライドの関係を示す第 3 回帰線を作成する。

【 0 0 5 4 】

ランナー 1 の第 1 ~ 第 5 ステージの設定タイムは、6 分 0 0 秒、5 分 3 0 秒、5 分 0 0 秒、4 分 3 0 秒、4 分 0 0 秒（表 1 参照）なので、ランナー 1 の各ステージのランニング速度は、1 6 6 . 7 m / 分、1 8 1 . 8 m / 分、2 0 0 . 0 m / 分、2 2 2 . 2 m / 分、2 5 0 . 0 m / 分である。また、ランナー 1 の各ステージにおけるストライドは、図 8 のストライド列に示した通りである。

40

【 0 0 5 5 】

横軸をストライド、縦軸をランニング速度とした二次元座標空間上にランナー 1 の 5 つの測定点をプロットして第 3 回帰線を作成したところ、図 1 2 (C) に示すように、傾きは 1 9 4 . 0 2 9、切片は - 3 1 . 9 9 4 となった。第 3 回帰線の傾きおよび切片は、マイクロソフト社製表計算ソフトの S L O P E 関数および I N T E R C E P T 関数を使って求めてもよい。本ステップを実行することにより作成されたランナー 1 についての第 3 回

50

帰線の傾きおよび切片を図 8 に示す。

【 0 0 5 6 】

[第 6 推定ステップ S 6 B]

第 6 推定ステップ S 6 B では、第 3 回帰線に基づいて求めた、推定 L T ストライドに対応するランニング速度を推定 L T ランニング速度とする。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 (C) に示すように、ランナー 1 の推定 L T ストライド 1 . 2 5 1 4 m に対応した推定 L T ランニング速度は、2 1 0 . 8 2 m / 分となった。本ステップを実行することにより求めたランナー 1 の推定 L T ランニング速度を、図 8 の推定 L T 速度列に示す。

【 0 0 5 8 】

本実施例では、第 6 推定ステップ S 6 B で求めた推定 L T ランニング速度がランナー 1 にとっての好適なランニング強度となる。したがって、ランナー 1 は、ランニング速度が推定 L T ランニング速度に一致するようにランニングを行うことで、L T に近似した強度でのトレーニングを行うことができる。

【 0 0 5 9 】

被験者 2 ~ 被験者 3 2 と同一のランナー 2 ~ ランナー 3 2 に対して推定ステップを実行することにより得られた推定 L T ランニング速度を図 8 ~ 図 1 1 の推定 L T 速度列に示す。なお、図 8 はランナー 1 ~ ランナー 8 のデータをまとめた表、図 9 はランナー 9 ~ ランナー 1 6 のデータをまとめた表、図 1 0 はランナー 1 7 ~ ランナー 2 4 のデータをまとめた表、図 1 1 はランナー 2 5 ~ ランナー 3 2 のデータをまとめた表である。また、図 8 ~ 図 1 1 の推定誤差列に示した値は、計算式 “ 推定誤差 = (推定 L T ランニング速度 - 実 L T ランニング速度) / 実 L T ランニング速度 × 1 0 0 ” で求められた推定誤差である。ランナー 1 ~ ランナー 3 2 (= 被験者 1 ~ 被験者 3 2) の実 L T ランニング速度は、図 4 ~ 図 7 の実 L T 速度列に記載されている。

【 0 0 6 0 】

続いて、本発明に係る推定方法の推定精度を評価した結果について説明する。

【 0 0 6 1 】

図 1 3 は、横軸を L T 時のランニング速度である実 L T ランニング速度と本発明に係る推定方法で推定した推定 L T ランニング速度の平均値、縦軸を推定誤差とした二次元座標空間上に、ランナー 1 ~ ランナー 3 2 の推定結果をプロットしたグラフである。同図に示すように、推定誤差の平均値は - 0 . 6 % となり、9 5 % 信頼区間は ± 2 3 . 4 % となった。これは、本発明に係る推定方法が、9 5 % のランナーに対して - 2 4 . 0 % ~ + 2 2 . 8 % の精度で L T 時のランニング速度を推定可能であることを示している。

【 0 0 6 2 】

比較例として、図 1 4 に、心拍数が最大心拍数 (= 2 2 0 - 年齢) の 7 5 % 、 8 0 % 、または 8 5 % であるときのランニング速度を L T ランニング速度と推定した場合のグラフを示す。同図 (C) に示すように、8 5 % 最大心拍数時のランニング速度を推定 L T ランニング速度とすると、推定誤差の平均値が - 4 . 7 % 、 9 5 % 信頼区間が ± 2 1 . 8 % となった。

【 0 0 6 3 】

図 1 5 は、横軸を本発明に係る推定方法で推定した推定 L T ランニング速度、縦軸を実 L T ランニング速度とした二次元座標空間上に、ランナー 1 ~ ランナー 3 2 の推定結果をプロットしたグラフである。この結果は、推定 L T ランニング速度と実 L T ランニング速度の間に有意な相関関係があることを示している。

【 0 0 6 4 】

比較例として、図 1 6 に、心拍数が最大心拍数 (= 2 2 0 - 年齢) の 7 5 % 、 8 0 % 、または 8 5 % であるときのランニング速度を L T ランニング速度と推定した場合のグラフを示す。同図 (C) に示すように、8 5 % 最大心拍数時のランニング速度を推定 L T ランニング速度とすると、本発明に係る推定方法と同様に、推定 L T ランニング速度と実 L T ランニング速度の間に有意な相関関係が認められた。

10

20

30

40

50

【0065】

このように、本発明に係る推定方法によれば、実LTランニング速度との間に有意な相関関係があり、かつ、95%のランナーの実LTランニング速度に対して-24.0%~+22.8%の精度を有する推定LTランニング速度を得ることができた。

【0066】

ここで、本発明に係る推定方法による結果は、図14(C)および図16(C)に示した比較例による結果と差異がないようにも思える。しかしながら、最大心拍数には個人差があるため、関係式“最大心拍数=220-年齢”で求められる最大心拍数は、実際の最大心拍数から大きくずれる可能性がある。このため、85%最大心拍数時のランニング速度を推定LTランニング速度とする比較例による推定では、図14(C)および図16(C)のような高い推定精度が得られない可能性がある。一方、本発明に係る推定方法では、割合を求める際に使用する最大心拍数(第1最大心拍数)が実際の最大心拍数から大きく離れたものであったとしても、第4推定ステップS4Bにおいて、第2最大ストライドに第5準備ステップS5Aで求めた割合を掛ける際にずれがキャンセルされる傾向にあるので、最大心拍数のずれの影響をあまり受けない。

10

【0067】

<ランニング支援装置>

次に、本発明に係るランニング支援装置について説明する。

【0068】

図17に、本発明に係るランニング支援装置10のブロック図を示す。ランニング支援装置10は、腕時計等の、ランニング中のランナー(以下、「使用者」という)の体に装着可能な形状を有している。同図に示すように、ランニング支援装置10は、入力部11、位置測定部12、ストライド算出部13、心拍数測定部14、記憶部15、演算部16および通知部17を備えている。

20

【0069】

入力部11は、タッチパネルまたは複数の物理ボタンからなる。使用者は、入力部11を介して自分の年齢等の数値を入力することができる。

【0070】

位置測定部12は、例えばGPS衛星からの信号を受信可能なGPS受信機からなる。位置測定部12は、該ランニング支援装置10を装着した使用者の位置に関する信号をリアルタイムに出力する。なお、本明細書における「リアルタイム」は、厳密に同時であることのみを意味するのではなく、後段において支障が生じない程度に時間的にずれていることも含むものとする。

30

【0071】

ストライド算出部13は、演算機能を有するマイコン等からなる。ストライド算出部13は、位置測定部12から出力された位置に関する信号の変化に基づき、使用者のストライドをリアルタイムに求めるとともに、求めたストライドに関する信号を出力する。

【0072】

心拍数測定部14は、所定期間内における、拍動による動脈の内圧の変化に基づいて心拍数を測定する。心拍数測定部14は、測定した心拍数に関する信号を出力する。

40

【0073】

記憶部15は、データの書き換えが可能なメモリ装置からなる。記憶部15は、入力部11から入力された使用者の年齢と、ストライド算出部13によって求められた使用者のストライドと、心拍数測定部14によって測定された使用者の心拍数と、年齢と最大心拍数との関係を示す関係式(本実施例では、“最大心拍数=220-年齢”)と、予め定められた割合とを格納する。本実施例では、割合として、複数の被験者に対して準備ステップを実行(図3参照)することにより求めた84.88%が格納されているが、これは単なる一例である。前述の通り、割合は、1人の被験者に対して準備ステップを実行(図1および図2参照)することにより求めたものであってよい。また、割合は、他の手法によって求めたものであってよい。

50

【0074】

演算部16は、演算機能を有するマイコン等からなる。演算部16を構成するマイコンは、ストライド算出部13を構成するマイコンと同一であってもよい。演算部16は、セットアップ前のランニング支援装置10を装着した使用者がセットアップ（事前準備）としてのランニングを行っているときと、セットアップ済みのランニング支援装置10を装着した使用者がトレーニングとしてのランニングを行っているときとで、異なった動作をする。

【0075】

具体的には、演算部16は、使用者がセットアップとして互いに異なるランニング速度で複数回のランニングを行うと、記憶部15に格納されたランニング中のストライドおよびランニング中または直後の心拍数から第2回帰線を作成する。そして、演算部16は、記憶部15に格納された使用者の年齢および関係式から該使用者の第2最大心拍数を求め、さらに、第2最大心拍数に対応する第2最大ストライドを第2回帰線に基づいて求める。この動作は、本発明に係る推定方法の第1推定ステップS1B～第3推定ステップS3Bに相当する。求められた第2最大ストライドは、記憶部15に格納される。

10

【0076】

一方、演算部16は、使用者がトレーニングとしてのランニングを行っているときに、記憶部15に格納された第2最大ストライドと予め定められた割合との積により使用者のLTストライドを推定する（第4推定ステップS4B）。そして、演算部16は、推定により求めたLTストライドと、位置測定部12およびストライド算出部13によって測定された使用者の現在のストライドとをリアルタイムに比較し、両者の一致の程度に関する信号を出力する。

20

【0077】

通知部17は、使用者が知覚し得る光、音、振動、またはこれらの2つ以上の組み合わせを変化させる装置とからなる。通知部17は、演算部16から出力された信号に応じて光、音、振動、またはこれらの2つ以上の組み合わせをリアルタイムに変化させる。これにより、使用者に、現在のストライドがトレーニングに好適かどうかをリアルタイムに通知される。

【0078】

使用者は、通知部17が発する光等が、現在のストライドがLTストライドよりも短いことを示している場合、ストライドを増加させることによりLTに近似した強度でのランニングを行うことができる。一方、使用者は、通知部17が発する光等が、現在のストライドがLTストライドよりも長いことを示している場合、ストライドを減少させることによりLTに近似した強度でのランニングを行うことができる。

30

【0079】

以上、本発明に係るトレーニングに好適なランニング強度の推定方法およびランニング支援装置の実施例について説明してきたが、本発明の構成は上記の構成に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良・変形が可能であることは言うまでもない。

【0080】

例えば、第4準備ステップS4Aおよび第3推定ステップS3Bにおいて使用される最大心拍数に関する関係式、および記憶部15に格納された最大心拍数に関する関係式は、“最大心拍数 = $206.9 - 0.67 \times \text{年齢}$ ” 等であってもよい。

40

【0081】

また、第1準備ステップS1Aおよび第1推定ステップS1Bにおけるランニングの回数は、2回以上であればよい。ただし、推定精度の観点から、ランニングの回数は、実施例のように5回以上であることが好ましい。

【0082】

また、ランニング支援装置の形状は、腕時計の形状に限定されず、例えば、ランニングシューズに装着可能な形状や、ランナーの上腕、腰等に装着可能な形状であってもよい。

50

【 0 0 8 3 】

また、ランニング支援装置を構成する個々の要素の具体的構成は、同等の機能を実現し得る他の構成に適宜置き換えることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 4 】

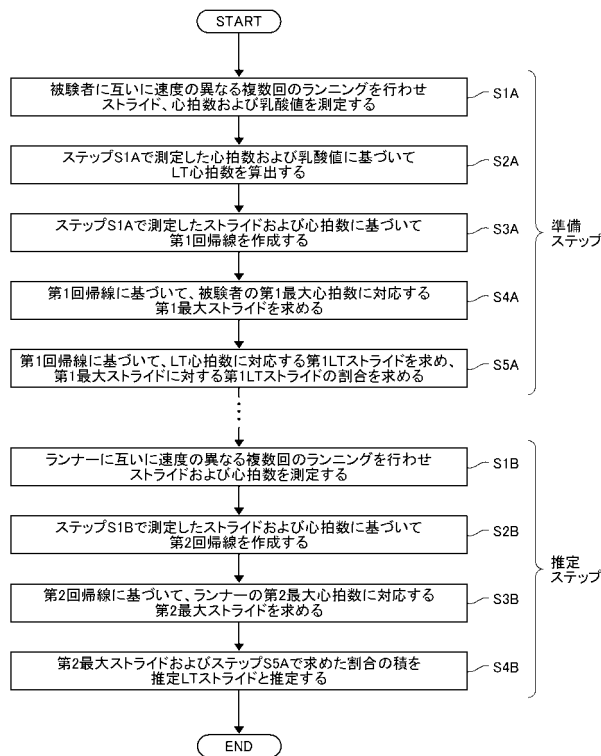
LTに近似した強度（ストライドまたは速度）でランニングすることは、マラソンレースにおいて優れた記録を出すために極めて有効な手段である。したがって、本発明に係るトレーニングに好適なランニング強度の推定方法およびランニング支援装置は、トレーニングだけでなく、マラソンレースにおいても利用することができる。

【 符号の説明 】

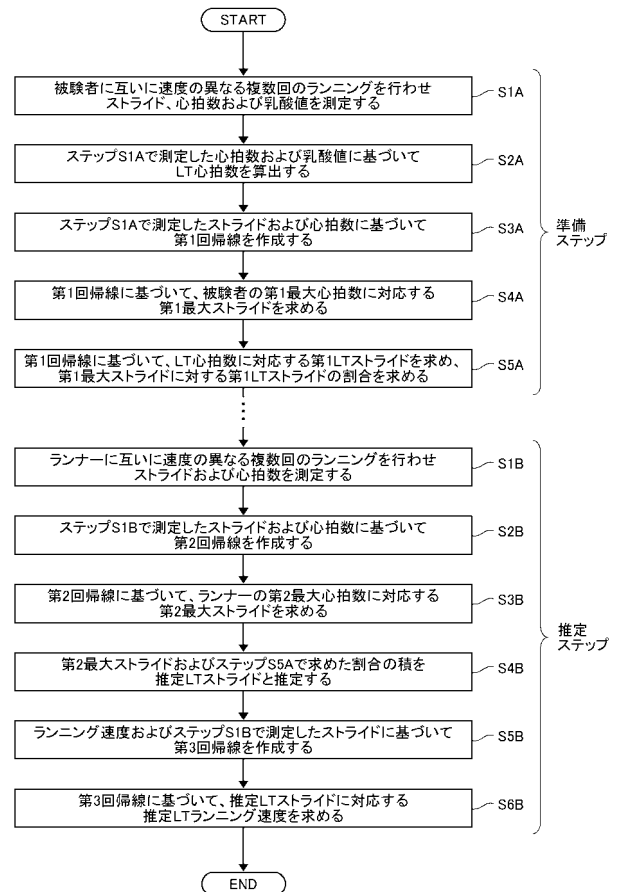
【 0 0 8 5 】

- 1 0 ランニング支援装置
- 1 1 入力部
- 1 2 位置測定部
- 1 3 ストライド算出部
- 1 4 心拍数測定部
- 1 5 記憶部
- 1 6 演算部
- 1 7 通知部

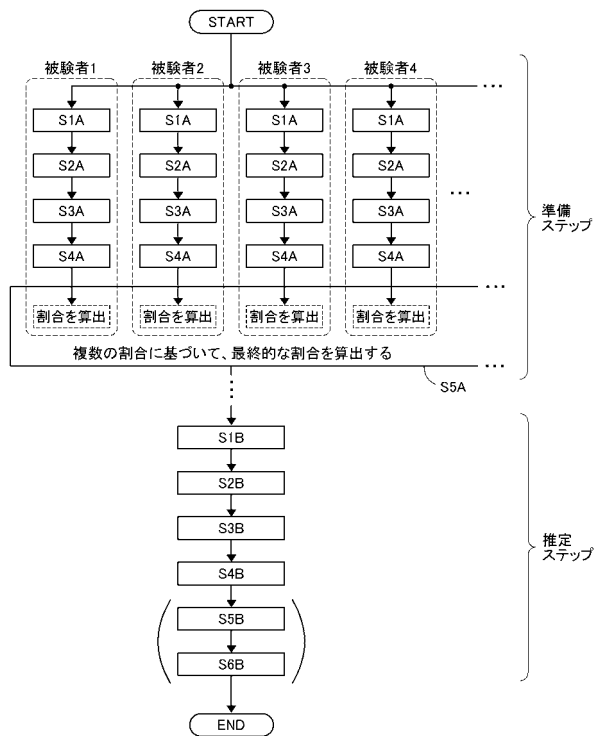
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



【図4】

被験者	年齢 (歳)	年齢 ステージ	ストライト (m)	心拍数 (回/分)	乳酸値 (mmol/l)	実心拍数 (回/分)	実心拍数 (回/分)	第四回線 傾き	第四回線 切片	第1最大心拍数 (回/分)	第1最大心拍数 (回/分)	第1最大心拍数 (回/分)	割合 (%)
1	45	1	1.0381	111	1.2	135	135	0.00714	0.22457	175	1.4744	1.1887	80.92
2	31	2	1.0215	145	1.2	154	154	0.00981	-0.40455	189	1.4898	1.1004	76.31
3	37	3	1.0296	153	1.7	155	155	0.00971	-0.41790	183	1.3588	1.0870	79.99
4	40	4	1.0186	122	1.7	153	153	0.00775	0.08074	180	1.4683	1.2770	85.92
5	39	5	1.0572	146	1.9	156	156	0.00970	-0.19067	181	1.3638	1.1681	84.28
6	36	6	1.0399	120	2.4	134	134	0.01089	-0.28652	164	1.7172	1.1726	68.29
7	59	7	1.1334	137	2.3	151	151	0.01190	-0.48464	161	1.4213	1.3023	91.63
8	80	8	1.1039	138	1.6	156	156	0.00929	-0.21034	160	1.2766	1.2395	97.09

【図5】

被験者	年齢 (歳)	年齢 ステージ	ストライト (m)	心拍数 (回/分)	乳酸値 (mmol/l)	実心拍数 (回/分)	実心拍数 (回/分)	第四回線 傾き	第四回線 切片	第1最大心拍数 (回/分)	第1最大心拍数 (回/分)	第1最大心拍数 (回/分)	割合 (%)
9	66	4	0.9295	135	1.6	158	158	0.00809	-0.14284	154	1.1037	1.1361	102.33
10	50	4	0.8196	142	3.2	152	152	0.01139	-0.66156	170	1.2782	1.0701	83.92
11	55	3	1.0353	147	1.9	157	157	0.00676	0.08917	165	1.2046	1.1505	95.51
12	57	3	0.9246	142	1.7	156	156	0.00733	-0.11881	163	1.0742	1.0229	95.23
13	47	2	0.8223	144	1.6	167	167	0.00552	0.11286	173	1.0670	1.0339	96.90
14	44	3	1.1038	146	1.7	148	148	0.00655	0.13115	176	1.2836	1.1003	85.72
15	43	3	0.8167	136	1.1	141	141	0.01326	-0.99029	177	1.3561	0.8789	64.81
16	44	3	0.8540	159	2.2	158	158	0.01381	-1.12740	176	1.2684	1.0234	80.68

【図6】

被験者	年齢 (歳)	年齢 ステージ	ストライト (m)	心拍数 (回/分)	乳酸値 (mmol/l)	実心拍数 (回/分)	実心拍数 (回/分)	第四回線 傾き	第四回線 切片	第1最大心拍数 (回/分)	第1最大心拍数 (回/分)	第1最大心拍数 (回/分)	割合 (%)
17	43	3	0.8716	167	1.4	158	158	0.01259	-1.01257	177	1.2153	0.9761	80.32
18	36	3	0.8150	141	1.3	153	153	0.01386	-1.17180	184	1.3786	0.9489	68.83
19	33	3	0.9216	157	1.0	158	158	0.01046	-0.72032	187	1.2387	0.9349	75.47
20	48	3	0.8523	138	1.0	150	150	0.01249	-0.86649	172	1.2817	1.0070	78.56
21	45	3	0.9432	147	1.6	153	153	0.01502	-1.23011	175	1.3984	1.0680	76.37
22	34	3	0.9404	181	3.9	176	176	0.01032	-0.88191	186	1.6377	0.9345	90.05
23	30	3	0.8690	171	1.9	166	166	0.00757	-0.44093	180	0.8977	0.8160	81.79
24	45	4	0.8390	132	1.2	155	155	0.00722	-0.16438	175	1.0986	0.9352	86.86

【 図 7 】

Table 7: Test results for 7 subjects. Columns include: ランナー (Runner), 年齢 (Age), ステージ (Stage), ストライト (m), 心拍数 (b/min), 乳酸値 (mmol/L), 歩中心拍数 (b/min), 実行速度 (m/min), 第1回降線傾斜 (切片), 第1最大心拍数 (b/min), 第1最大ストライド (m), 第1最大ストライド割合平均値 (84.88%), 第1回降線傾斜 (切片), 第1最大ストライド割合平均値 (84.88%), 実行速度 (m/min), 歩中心拍数 (b/min), 第1最大心拍数 (b/min), 第1最大ストライド (m), 第1最大ストライド割合平均値 (84.88%).

【 図 9 】

Table 9: Test results for 9 subjects. Columns include: ランナー (Runner), 年齢 (Age), ステージ (Stage), ストライト (m), 心拍数 (b/min), 第2回降線傾斜 (切片), 第2最大心拍数 (b/min), 第2最大ストライド (m), 第2最大ストライド割合平均値 (84.88%), 第3回降線傾斜 (切片), 推奨速度 (m/min), 推奨高度差 (%)

【 図 8 】

Table 8: Test results for 8 subjects. Columns include: ランナー (Runner), 年齢 (Age), ステージ (Stage), ストライト (m), 心拍数 (b/min), 第2回降線傾斜 (切片), 第2最大心拍数 (b/min), 第2最大ストライド (m), 第2最大ストライド割合平均値 (84.88%), 第3回降線傾斜 (切片), 推奨速度 (m/min), 推奨高度差 (%)

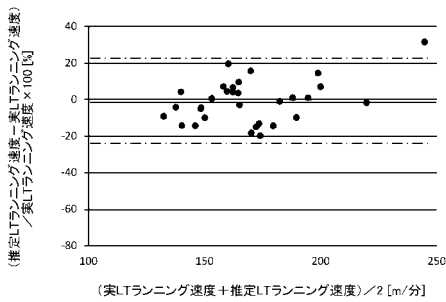
【 図 10 】

Table 10: Test results for 10 subjects. Columns include: ランナー (Runner), 年齢 (Age), ステージ (Stage), ストライト (m), 心拍数 (b/min), 第2回降線傾斜 (切片), 第2最大心拍数 (b/min), 第2最大ストライド (m), 第2最大ストライド割合平均値 (84.88%), 第3回降線傾斜 (切片), 推奨速度 (m/min), 推奨高度差 (%)

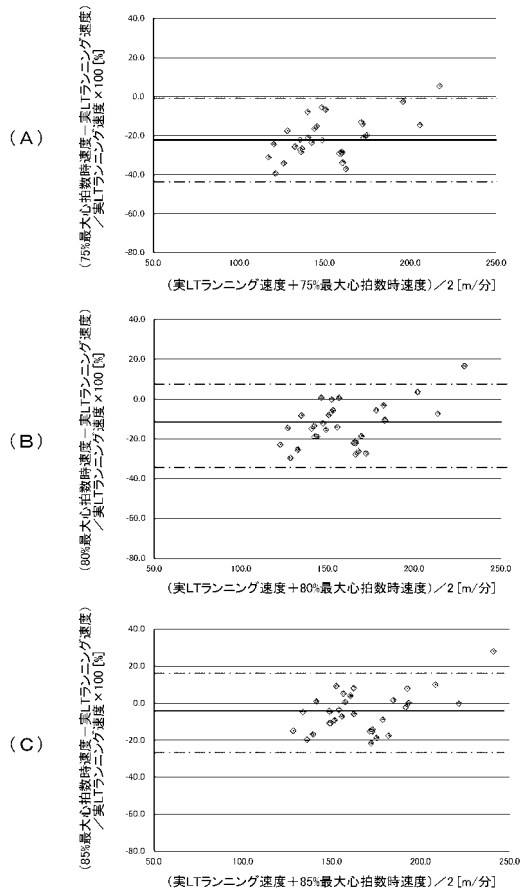
【 図 1 1 】

ランナー	年齢 (歳)	ステージ	ストライド (m)	心拍数 (回/分)	第2回帰線 傾き	切片	第2最大心拍数 (回/分)	第2最大ストライド (m)	割合平均値 (%)	推定LTストライド (m)	第3回帰線 傾き	切片	推定LT速度 (m/分)	相対誤差 (%)	
25	45	1	0.8801	138											
		2	0.9178	144	0.00543	0.12916	175	1.0797		0.9165			134.83	-14.23	
		3	0.9511	154											
		4	0.9793	158											
		5	1.0240	162											
26	63	1	0.7762	138											
		2	0.8452	145	0.00716	-0.23102	157	0.8823		0.7574			126.04	-9.06	
		3	0.8656	150											
		4	0.8687	160											
		5	0.8877	164											
27	40	1	0.8116	143											
		2	0.7845	150	0.00413	0.21379	180	0.9564		0.8118			134.71	-4.12	
		3	0.8656	149											
		4	0.8467	162											
		5	0.8356	168											
28	50	1	0.7826	140											
		2	0.8326	129	0.00512	0.22718	170	1.1177	84.88	0.9487			153.59	0.65	
		3	0.9383	139											
		4	0.9775	149											
		5	1.1221	165											
29	40	1	0.8365	124											
		2	0.8689	135	0.00558	0.15022	180	1.1299		0.9590			163.29	4.61	
		3	0.9384	147											
		4	0.9218	149											
		5	0.9437	131											
30	58	1	0.8571	143											
		2	0.8801	147	0.00615	0.00891	162	1.0039		0.8521			142.35	-9.85	
		3	0.8801	147											
		4	0.9469	155											
		5	1.0377	161											
31	59	1	0.8425	129											
		2	0.9090	139	0.00647	0.00823	161	1.0478		0.8894			145.21	-4.41	
		3	0.9252	142											
		4	0.9643	152											
		5	1.0061	157											
32	45	1	0.9227	156											
		2	0.9354	161	0.00706	-0.18272	175	1.0428		0.8849			129.52	-14.17	
		3	1.0097	167											
		4	1.0214	176											
		5	1.1119	183											

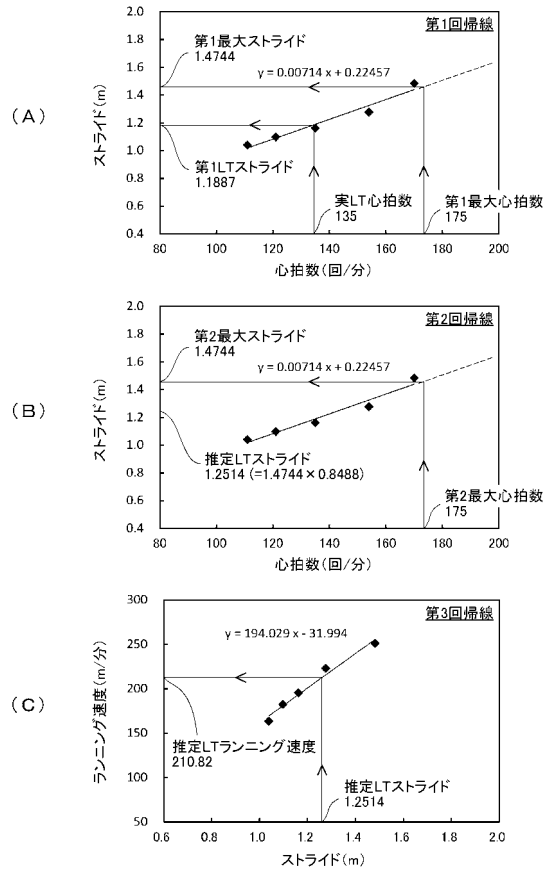
【 図 1 3 】



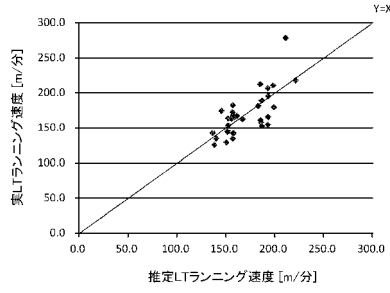
【 図 1 4 】



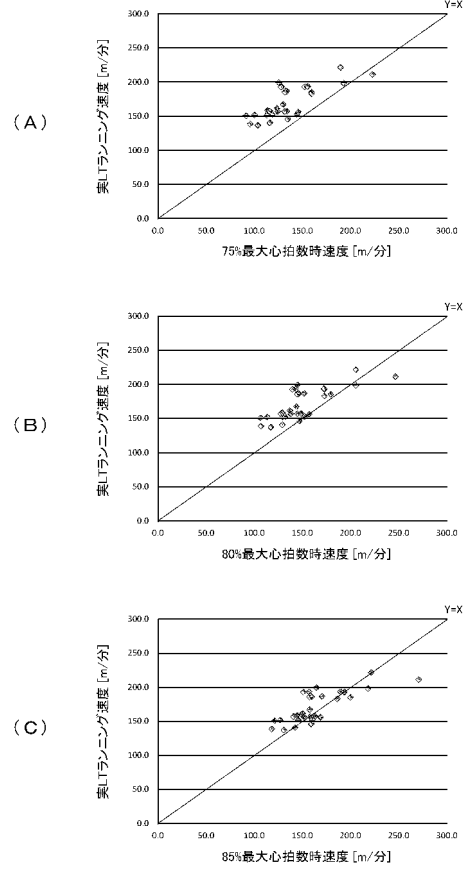
【 図 1 2 】



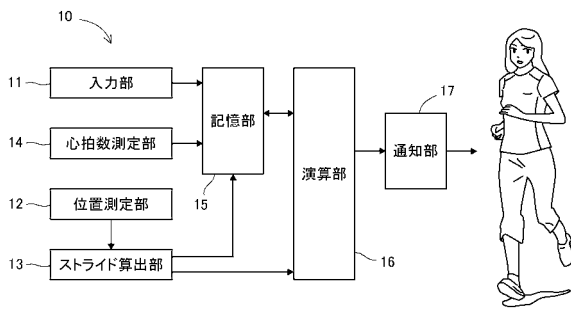
【 図 1 5 】



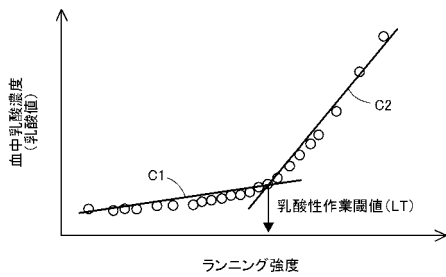
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【手続補正書】

【提出日】平成28年7月6日(2016.7.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ランナーの年齢の入力を受け付ける入力部と、
前記ランナーのランニング中の位置を測定する位置測定部と、
前記位置測定部によって測定された前記位置の変化に基づいて前記ランナーのストライドを求めるストライド算出部と、
前記ランナーのランニング中または直後の心拍数を測定する心拍数測定部と、
前記入力部から入力された前記年齢と、年齢と最大心拍数との関係を示す関係式と、前記ストライド算出部によって求められた前記ストライドと、前記心拍数測定部によって測定された前記心拍数と、予め定められた割合とを格納した記憶部と、
前記記憶部を参照しながら、前記ランナーの現在のストライドと前記ランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドであるLTストライドとの一致の程度を求める演算部と、
前記演算部によって求められた前記一致の程度を前記ランナーに通知する通知部と、
を備え、
前記割合は、前記ランナー以外の者を含む複数の被験者の最大心拍数に対応したストライドである被験者最大ストライドに対する、前記被験者が乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドである被験者LTストライドの割合であり、
前記演算部は、前記ランナーが事前準備として互いに異なるランニング速度で複数回のランニングを行ったときの前記ストライドおよび前記心拍数から回帰線を作成するとともに、前記年齢および前記関係式から求めた前記最大心拍数に対応する最大ストライドを前記回帰線に基づいて求めておき、
さらに、前記演算部は、前記ランナーがトレーニングとしてのランニングを行っているときに、事前に求めておいた前記最大ストライドと前記記憶部に格納された前記割合との積により前記LTストライドを推定し、前記LTストライドと前記現在のストライドとをリアルタイムに比較することを特徴とするランニング支援装置。

【請求項2】

前記割合が、以下の第1～第5準備ステップを実行することにより実験的に求められたものであることを特徴とする請求項1に記載のランニング支援装置。
(1) 前記被験者に、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値とを測定する第1準備ステップ。
(2) 第1準備ステップで測定した前記心拍数および前記乳酸値に基づいて、前記被験者が前記乳酸性作業閾値でランニングを行った場合の心拍数である実LT心拍数を算出する第2準備ステップ。
(3) 第1準備ステップで測定した前記ストライドおよび前記心拍数の関係を示す回帰線を作成する第3準備ステップ。
(4) 前記被験者の年齢から求めた被験者最大心拍数に対応したストライドである前記被験者最大ストライドを第3準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求める第4準備ステップ。
(5) 前記実LT心拍数に対応したストライドである前記被験者LTストライドを第3準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求めるとともに、前記割合を、計算式“前記

被験者LTストライド/前記被験者最大ストライド”で求める第5準備ステップ。

【請求項3】

前記記憶部に格納された前記割合が、複数の被験者に対して第1～第5準備ステップを実行することにより求められた複数の割合に基づいて算出された算出値であることを特徴とする請求項2に記載のランニング支援装置。

【請求項4】

前記算出値が、前記複数の割合の全部または一部の平均値であることを特徴とする請求項3に記載のランニング支援装置。

【請求項5】

前記算出値が、75.99%～93.77%の範囲内にあることを特徴とする請求項4に記載のランニング支援装置。

【請求項6】

前記位置測定部が、GPS受信機であることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか一項に記載のランニング支援装置。

【請求項7】

前記通知部が、前記一致の程度に応じて、前記ランナーが知覚し得る光、音、振動、またはこれらの2つ以上の組み合わせを変化させる装置であることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれか一項に記載のランニング支援装置。

【請求項8】

前記ランナーの体に装着可能であることを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか一項に記載のランニング支援装置。

【請求項9】

腕時計の形状を有することを特徴とする請求項8に記載のランニング支援装置。

【請求項10】

ランナーに、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数とを測定する第1推定ステップと、

第1推定ステップで測定した前記ストライドおよび前記心拍数の関係を示す回帰線を作成する第2推定ステップと、

前記ランナーの年齢から該ランナーの最大心拍数を求めるとともに、前記最大心拍数に対応したストライドである最大ストライドを前記回帰線に基づいて求める第3推定ステップと、

第3推定ステップで求めた前記最大ストライドと予め定められた割合との積を、前記ランナーが乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドである推定LTストライドと推定する第4推定ステップと、

を含む推定ステップを実行すること、および、

前記割合が、前記ランナー以外の者を含む複数の被験者の最大心拍数に対応したストライドである被験者最大ストライドに対する、前記被験者が乳酸性作業閾値でランニングを行った場合のストライドである被験者LTストライドの割合である

ことを特徴とする、トレーニングに好適なランニング強度の推定方法。

【請求項11】

前記割合が、以下の第1～第5準備ステップを含む準備ステップを実行することにより実験的に求められたものであることを特徴とする請求項10に記載の推定方法。

(1) 前記被験者に、互いにランニング速度の異なる複数回のランニングを行わせ、各ランニング中のストライドと各ランニング中または直後の心拍数および乳酸値とを測定する第1準備ステップ。

(2) 第1準備ステップで測定した前記心拍数および前記乳酸値に基づいて、前記被験者が前記乳酸性作業閾値でランニングを行った場合の心拍数である実LT心拍数を算出する第2準備ステップ。

(3) 第1準備ステップで測定した前記ストライドおよび前記心拍数の関係を示す回帰線

を作成する第3準備ステップ。

(4) 前記被験者の年齢から求めた被験者最大心拍数に対応したストライドである前記被験者最大ストライドを第3準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求める第4準備ステップ。

(5) 前記実LT心拍数に対応したストライドである前記被験者LTストライドを第3準備ステップで作成した前記回帰線に基づいて求めるとともに、前記割合を、計算式“前記被験者LTストライド/前記被験者最大ストライド”で求める第5準備ステップ。

【請求項12】

前記推定ステップが、

第1推定ステップにおける各ランニングのランニング速度および第1推定ステップで測定した前記ストライドの関係を示す回帰線を作成する第5推定ステップと、

前記推定LTストライドに対応するランニング速度を第5推定ステップで作成した前記回帰線に基づいて求めるとともに、求めたランニング速度を推定LTランニング速度とする第6推定ステップと、

をさらに含むことを特徴とする請求項10または請求項11に記載の推定方法。

【請求項13】

第4推定ステップにおいて使用する前記割合が、複数の被験者に対して第1～第5準備ステップを実行することにより求めた複数の割合に基づいて算出された算出値であることを特徴とする請求項11に記載の推定方法。

【請求項14】

前記算出値が、前記複数の割合の全部または一部の平均値であることを特徴とする請求項13に記載の推定方法。

【請求項15】

前記算出値が、75.99%～93.77%の範囲内にあることを特徴とする請求項14に記載の推定方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/074990
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A63B71/06(2006.01)i, A61B5/0205(2006.01)i, A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/145(2006.01)i, A61B5/22(2006.01)i, A63B69/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A63B71/06, A61B5/0205, A61B5/0245, A61B5/145, A61B5/22, A63B69/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2014/0107817 A1 (ADIDAS AG), 17 April 2014 (17.04.2014), paragraphs [0329], [0363], [0367]; fig. 45, 60 to 64 & US 2004/0102931 A1 & WO 2002/067449 A2 & EP 1362430 A	1, 6-10, 12 2-5, 11, 13-15
Y A	JP 2001-346906 A (Sony Corp.), 18 December 2001 (18.12.2001), paragraphs [0046] to [0051]; fig. 4, 6 (Family: none)	1, 6-10, 12 2-5, 11, 13-15
Y A	JP 2010-246676 A (NEC Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), paragraphs [0026] to [0028]; fig. 4 (Family: none)	1, 6-10, 12 2-5, 11, 13-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 November 2015 (10.11.15)		Date of mailing of the international search report 24 November 2015 (24.11.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/074990

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3159647 U (Kabushiki Kaisha Arekku), 27 May 2010 (27.05.2010), abstract; paragraph [0008] (Family: none)	1, 6-10, 12 2-5, 11, 13-15
A	JP 2003-111752 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 15 April 2003 (15.04.2003), fig. 10 (Family: none)	1-15
A	JP 10-290854 A (Seiko Epson Corp.), 04 November 1998 (04.11.1998), abstract; fig. 3 (Family: none)	1-15
A	JP 2007-75172 A (Sony Corp.), 29 March 2007 (29.03.2007), abstract; fig. 4 & US 2007/0060446 A1	1-15
A	JP 2014-124448 A (Casio Computer Co., Ltd.), 07 July 2014 (07.07.2014), paragraph [0075] & US 2014/0188257 A1 & EP 2750120 A1	1-15

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 7 4 9 9 0	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A63B71/06(2006.01)i, A61B5/0205(2006.01)i, A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/145(2006.01)i, A61B5/22(2006.01)i, A63B69/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A63B71/06, A61B5/0205, A61B5/0245, A61B5/145, A61B5/22, A63B69/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y A	US 2014/0107817 A1 (ADIDAS AG) 2014.04.17, 段落 [0329]、[0363]、[0367]、図45、図60-図64等 & US 2004/0102931 A1 & WO 2002/067449 A2 & EP 1362430 A	1,6-10,12 2-5,11,13-15	
Y A	JP 2001-346906 A (ソニー株式会社) 2001.12.18, 段落 [0046] - [0051]、図4、図6等 (ファミリーなし)	1,6-10,12 2-5,11,13-15	
Y A	JP 2010-246676 A (日本電気株式会社) 2010.11.04, 段落 [0026] - [0028]、図4等 (ファミリーなし)	1,6-10,12 2-5,11,13-15	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 10.11.2015		国際調査報告の発送日 24.11.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 大澤 元成	2B 4091
		電話番号 03-3581-1101 内線 3237	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 7 4 9 9 0
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 3159647 U (株式会社アレック) 2010.05.27, 要約、段落〔0008〕等 (ファミリーなし)	1, 6-10, 12 2-5, 11, 13-15
A	JP 2003-111752 A (浜松ホトニクス株式会社) 2003.04.15, 図10 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 10-290854 A (セイコーエプソン株式会社) 1998.11.04, 要約、図3 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2007-75172 A (ソニー株式会社) 2007.03.29, 要約、図4 & US 2007/0060446 A1	1-15
A	JP 2014-124448 A (カシオ計算機株式会社) 2014.07.07, 段落〔0075〕 & US 2014/0188257 A1 & EP 2750120 A1	1-15

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。