(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2022-8090
(P2022-8090A)
(43)公開日　令和4年1月13日(2022.1.13)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
A61B	*5/22 (2006.01)*	A61B	5/22	110	4C017
A61B	*5/026(2006.01)*	A61B	5/026		4C038
A61B	*5/029(2006.01)*	A61B	5/029		
A61B	*5/0205(2006.01)*	A61B	5/0205		
A61B	*5/145(2006.01)*	A61B	5/145		

審査請求　未請求　請求項の数　21　ＯＬ　（全26頁）

(21)出願番号　特願2021-82528(P2021-82528)
(22)出願日　令和3年5月14日(2021.5.14)
(31)優先権主張番号　特願2020-84933(P2020-84933)
(32)優先日　令和2年5月14日(2020.5.14)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願2020-157814(P2020-157814)
(32)優先日　令和2年9月18日(2020.9.18)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

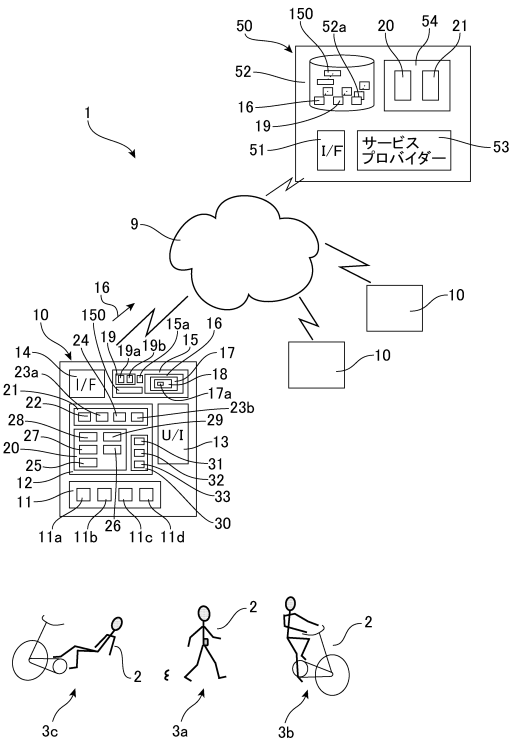
(71)出願人　506320336
特定非営利活動法人熟年体育大学リサーチセンター
長野県松本市旭３丁目１番１号
(74)代理人　100102934
弁理士　今井 彰
(72)発明者　増木 静江
長野県塩尻市広丘野村２２２８ サンヴェルジュ４０１号
(72)発明者　眞鍋 憲正
長野県松本市浅間温泉１丁目１２－１５ プレシャス２０２
(72)発明者　能勢 博
長野県安曇野市穂高柏原１１３５－７

Ｆターム（参考）　4C017　AA02 AA03 AA08 AA11

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　運動開始前の情報に基づき抗加齢能力に関わる指標を求める方法および装置

(57)【要約】
【課題】簡易に抗加齢能力に関する指標を推定できるシステムを提供する。
【解決手段】端末１０の抗加齢能力推定ユニット２１は、被験者２の自発運動開始直前の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む事前情報１８を取得する機能２２と、少なくとも事前情報および被験者の年齢に基づき被験者の抗加齢能力に関する指標Ｉｎの１つとして最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定する機能２３ａとを有する。算出する機能２３ａは、被験者の自発運動開始直前の事前情報の変化Ｓと、被験者の年齢Ａｇｅとを含む以下の式により、被験者の最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋなどの指標Ｉｎを求めてもよい。
Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ
ただし、ｃ１、ｃ２およびｃ３は係数である。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
被験者の自発運動開始直前の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む事前情報を取得する機能と、
前記事前情報に含まれる前記被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度のいずれかの第１の情報の、前記被験者が自発運動開始を意識した第１の時点より前のデータに対する、前記第１の時点から自発運動開始までの第１の期間の変化を示す取得データ、および前記被験者の年齢に基づき、少なくとも前記取得データおよび年齢に相関する前記被験者の抗加齢能力に関わる指標を推定する機能とを有するシステム。
【請求項２】
請求項１において、
前記推定する機能は、前記被験者の前記取得データＳと、前記被験者の年齢Ａｇｅとを含む以下の式により、前記被験者の抗加齢能力に関わる指標Ｉｎを求める第１の算出機能を含む、システム。
Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ
ただし、ｃ１、ｃ２およびｃ３は係数である。
【請求項３】
請求項２において、
前記係数ｃ２は負である、システム。
【請求項４】
請求項１ないし３のいずれかにおいて、
前記推定する機能は、前記被験者の前記取得データＳと、前記被験者の年齢Ａｇｅと、前記自発運動の体位を含む運動要素Ｄｉとを含む以下の式により、前記被験者の抗加齢能力に関わる指標Ｉｎを求める第２の算出機能を含む、システム。
Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ＋Σｄｉ・Ｄｉ
ただし、ｃ１、ｃ２およびｃ３は係数であり、ｄｉはｉ番目の運動要素Ｄｉに対する係数である。
【請求項５】
請求項２ないし４のいずれかにおいて、
前記推定する機能は、前記取得データＳを、前記被験者に前記自発運動開始までの所定の時間を示す開始前情報を与えた前記第１の時点から前記自発運動開始までの前記第１の期間の前記第１の情報の第１の平均値Ｓ１と前記第１の時点の直前の前記第１の情報の第２の平均値Ｓｂとの比Ｓ１／Ｓｂとして求める機能を含む、システム。
【請求項６】
請求項１ないし５のいずれかにおいて、
前記被験者に前記自発運動開始を示すカウントダウンを通知する機能を有する、システム。
【請求項７】
請求項１ないし６のいずれかにおいて、
前記被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む身体情報を実質的に連続して記録する機能を有し、
前記事前情報を取得する機能は、前記自発運動開始前に記録された前記身体情報から前記事前情報を抽出する機能を含む、システム。
【請求項８】
請求項１ないし７のいずれかにおいて、
前記推定する機能は、前記指標として身体能力に関する最高酸素摂取量の推定量を求める機能を含む、システム。

【請求項９】
請求項１ないし８のいずれかにおいて、
前記推定する機能は、前記指標として精神能力に関する認知機能評価の推定結果を求める機能を含む、システム。
【請求項１０】
被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む身体情報を実質的に連続して記録する機能と、
前記被験者の運動開始を検出する機能と、
前記被験者の運動開始前に記録された前記身体情報から、運動開始直前の事前情報を抽出する機能と、
前記事前情報に含まれる前記被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度のいずれかの第１の情報の、前記被験者が自発運動開始を意識した第１の時点より前のデータに対する、前記第１の時点から自発運動開始までの第１の期間の変化を示す取得データおよび前記被験者の年齢に基づき、少なくとも前記取得データおよび年齢に相関する前記被験者の抗加齢能力に関わる指標を推定する機能とを有するシステム。
【請求項１１】
請求項１ないし１０のいずれかにおいて、
推定された前記被験者の抗加齢能力に関わる指標に基づき、抗加齢能力の維持または向上に関する運動処方をアドバイスする機能を有する、システム。
【請求項１２】
請求項１ないし１１のいずれかに記載のシステムを搭載した携帯端末。
【請求項１３】
被験者の自発運動開始直前の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む事前情報を取得することと、
前記事前情報に含まれる前記被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度のいずれかの第１の情報の、前記被験者が自発運動開始を意識した第１の時点より前のデータに対する、前記第１の時点から自発運動開始までの第１の期間の変化を示す取得データ、および前記被験者の年齢に基づき、少なくとも前記取得データおよび年齢に相関する前記被験者の抗加齢能力に関わる指標を求める少なくとも前記事前情報と前記被験者の年齢とに基づき前記被験者の最高酸素摂取量を推定することとを有する方法。
【請求項１４】
請求項１３において、
前記被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む身体情報を実質的に連続して記録することを有し、
前記事前情報を取得することは、前記自発運動開始前に記録された前記身体情報から前記事前情報を抽出することを含む、方法。
【請求項１５】
請求項１３または１４において、
前記事前情報は、自発運動開始直前の、脳血流上昇、心拍応答および筋血管拡張を示す情報を含む、方法。
【請求項１６】
請求項１３ないし１５のいずれかにおいて、
前記推定することは、前記被験者の前記取得データＳと前記被験者の年齢Ａｇｅとを変数として含む一次関数により前記被験者の抗加齢能力に関わる指標Ｉｎを求めることを含む、方法。
【請求項１７】

請求項１６において、
前記推定することは、さらに、前記自発運動の体位を含む運動要素Ｄｉを変数として含む一次関数により前記被験者の抗加齢能力に関わる指標Ｉｎを求めることを含む、方法。
【請求項１８】
請求項１６または１７において、
前記推定することは、前記取得データＳを、前記被験者に前記自発運動開始までの所定の時間を示す開始前情報を与えた前記第１の時点から前記自発運動開始までの前記第１の期間の前記第１の情報の第１の平均値Ｓ１と前記第１の時点の直前の前記第１の情報の第２の平均値Ｓｂとの比Ｓ１／Ｓｂとして求めることを含む、方法。
【請求項１９】
請求項１３ないし１８のいずれかにおいて、
前記事前情報を取得することは、前記自発運動がカウントダウンにより開始された前記被験者の前記事前情報を取得することを含む、方法。
【請求項２０】
請求項１３ないし１８のいずれかにおいて、
推定された前記被験者の抗加齢能力に関わる指標に基づき、抗加齢能力の維持または向上に関する運動処方をアドバイスすることを、さらに有する方法。
【請求項２１】
コンピュータを、請求項１ないし１１のいずれかに記載のシステムとして機能させるための命令を有するプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、運動開始前の情報に基づき、加齢による生命力の低下に対抗する抗加齢に関わる指標を求める方法および装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、被験者に高負荷を掛けずに簡単に被験者の持久力を算出することが開示されている。被験者に着脱可能に装着される持久力算出装置は、被験者に作用する加速度を測定する加速度センサと、加速度センサにより出力された加速度の値に基づいて、被験者に作用する力積を算出するＣＰＵと、被験者が低速から被験者の成し得る最大限の速度で歩行するように促す情報である歩行情報を出力する表示部又はスピーカとを備えている。ＣＰＵは、表示部又はスピーカにより歩行情報が出力された後に、算出した力積の最大値に基づいて該力積の最大値と相関関係を持つ被験者の持久力を算出する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００６－２３８９７０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
超高齢社会における運動を核にした予防医学の確立が求められている。例えば、体力は、一般的に２０歳代をピークとし、それ以降、１０歳加齢するごとに１０％程度ずつ低下する。この体力低下と医療費とが相関するため、もし運動処方などにより、１０％体力が向上すれば、２０％医療費が削減できることを意味する。運動を核にして、加齢に対抗する機能の向上あるいは低下予防を目指すためには、加齢に対抗する機能の程度を示す指標を簡易な方法で取得できることが重要である。例えば、体力（持久力）は生命維持機能の１つであり加齢に対抗する機能の程度を示す指標の１つと捉えることができる。したがって、持久力などの抗加齢能力に関する指標を、被験者が低速から最大限の速度で歩行するような行為を経ずして、さらに簡易に、評価できることが要望されている。

【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明の一態様は、被験者の自発運動開始直前の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む事前情報を取得する機能と、事前情報に含まれる被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度のいずれかの第１の情報の、被験者が自発運動開始を意識した第１の時点より前のデータに対する、第１の時点から自発運動開始までの第１の期間の変化を示す取得データ、および被験者の年齢に基づき、少なくとも取得データおよび年齢に相関する被験者の抗加齢能力（抗加齢機能）に関わる指標を推定する機能とを有するシステムである。このシステムは、システムとしての機能を搭載した携帯端末として提供してもよい。また、コンピュータをこのシステムとして機能させるための命令を有するプログラム（プログラム製品、アプリケーション）として、ネットワークを介して、または適当な記録媒体に記録して提供してもよい。
【０００６】
本発明の他の態様の１つは、被験者の自発運動開始直前の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む事前情報を取得することと、事前情報から得られる取得データと被験者の年齢とに少なくとも基づき被験者の抗加齢能力に関わる指標を推定することとを有する方法である。抗加齢能力に関わる指標の典型的なものの１つの例は、身体能力（身体機能）に関わる指標であり、その１つは最高酸素摂取量である。抗加齢能力に関わる指標の典型的なものの他の例の１つは、精神能力（精神機能）に関わる指標であり、その１つは認知機能の評価（認知力検査）の結果である。これらの指標は、被験者の生活の質（ＱＯＬ、Ｑｕａｌｉｔｙ ｏｆ Ｌｉｆｅ）の維持および／または低下の抑制を判断するためにも有用である。
【０００７】
本願の発明者らは、自発運動開始前に、脳血流が上昇すること、心拍数が上昇すること、および筋血管が拡張することを見出すとともに、脳血流の情報（脳血流上昇）、心拍応答、筋血管拡張などの自発運動開始前の事前情報が、被験者の抗加齢能力に関する指標との間に一定の相関があることを見出した。したがって、事前情報を得ることにより、例えば、抗加齢能力の低下を抑制する運動処方を実行する（実行しようとする）都度、抗加齢能力の状態を簡単に、また、継続的にモニタリングすることができる。さらに、発明者らは、事前情報に加えて、被験者の年齢を考慮することにより、さらに精度よく被験者の、抗加齢能力に関する指標を推定（算出）できることを見出した。したがって、自発運動開始直前の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかを測定する簡易な方法により、被験者が低速から最大限の速度で歩行するような、測定のための行為を経ずして、あるいはそのような方法と併用して、被験者の抗加齢能力およびその変化を簡易にモニターでき、被験者に対する運動処方を評価したり、被験者の生活の質（ＱＯＬ、Ｑｕａｌｉｔｙ ｏｆ Ｌｉｆｅ）の低下を抑制したり、医療費の削減に寄与したりなど、様々な効果を得ることができる。
【０００８】
抗加齢能力に関する指数の算出（推定）に際しては、被験者の自発運動開始直前の事前情報の変化を示す取得データＳと被験者の年齢Ａｇｅとを変数として含む一次関数により指標Ｉｎを求めてもよい。抗加齢能力の一例は身体機能を示す指標の１つの最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋである。抗加齢能力の他の例の１つは精神能力を示す認知機能の評価結果ＣＦＩ（Ｃｏｇｎｉｔｉｖｅ Ｆｕｎｃｔｉｏｎ Ｉｎｄｅｘ）である。指標Ｉｎを推定する一次関数の一例は以下の式（１）であってもよい。
Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ　・・（１）
ただし、ｃ１、ｃ２およびｃ３は係数である。上記関数において、指標Ｉｎと年齢Ａｇｅとの間には負の相関が見られてもよく、係数ｃ２は負であってもよい。
【０００９】
抗加齢能力の指標Ｉｎを推定する際には、さらに、自発運動の体位を含む運動要素Ｄｉを

変数として含む一次関数により指標Ｉｎを求めてもよい。一次関数の一例は以下の式（２）であってもよい。
Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ＋Σｄｉ・Ｄｉ　・・（２）
ただし、ｄｉはｉ番目の運動要素Ｄｉに対する係数である。例えば、運動要素Ｄ１は体位であってもよく、半座位の運動の際に「１」、立位の運動の際に「０」であってもよい。
【００１０】
自発運動開始直前の事前情報の変化を示す取得データＳは以下の式（３）により求められてもよい。
Ｓ＝Ｓ１／Ｓｂ　・・・（３）
Ｓ１は、被験者に自発運動開始までの所定の時間を示す開始前情報を与えた第１の時点（第１の時刻、第１の時間）ｔ１から自発運動開始ｔ０までの第１の期間の事前情報に含まれる第１の情報の第１の平均値であり、Ｓｂは第１の時点ｔ１の直前の事前情報に含まれる第１の情報の第２の平均値である。
【００１１】
システムは、開始前情報として、被験者に自発運動開始を示すカウントダウンを通知する機能を有してもよい。また、事前情報を取得することは、自発運動がカウントダウンにより開始された被験者の事前情報を取得することを含んでもよい。
【００１２】
システムは、さらに、被験者の脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗、心拍出量、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度の少なくともいずれかの情報を含む身体情報を実質的に連続して記録する機能を有し、事前情報を取得する機能は、自発運動開始前に記録された身体情報から事前情報を抽出する機能を含んでもよい。また、システムは、被験者の運動開始を検出する機能と、被験者の運動開始前に記録された身体情報から、被験者の抗加齢能力に関する指標Ｉｎを算出するための運動開始直前の事前情報を抽出する機能とを含んでもよい。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】モニタリングシステムの概要を示すブロック図。
【図２】３段階ステップアップ歩行により最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを求める方法を示す図。
【図３】３段階ステップアップ歩行により求められた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの推定値と、自転車エルゴメータ負荷漸増法と呼気ガス分析器で求めた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋとの相関を示す図。
【図４】事前情報となる身体情報のいくつかの例を示す図。
【図５】若年者群の自転車半座位のデータを示す図。
【図６】高齢者群の自転車半座位のデータを示す図。
【図７】高齢者群の自転車アップライトのデータを示す図。
【図８】高齢者群の歩行のデータを示す図。
【図９】被験者群の特性を示す図。
【図１０】実験プロトコルを説明する図。
【図１１】実験により得られる事前情報の典型例を示す図。
【図１２】実験により得られた全データを示す図。
【図１３】若年者群の自転車半座位と、高齢者群の自転車半座位とについて得られた回帰式により得られた推定ＶＯ２ｐｅａｋ（Ｘ軸）を実測ＶＯ２ｐｅａｋ（Ｙ軸）に対し示す図。
【図１４】若年者群の自転車半座位と、高齢者群の自転車半座位とについて、年齢を含めた重回帰分析により得られた推定ＶＯ２ｐｅａｋ（Ｘ軸）を実測ＶＯ２ｐｅａｋ（Ｙ軸）に対し示す図。
【図１５】全てのデータについて年齢および体位を含めた重回帰分析により得られた推定ＶＯ２ｐｅａｋ（Ｘ軸）を実測ＶＯ２ｐｅａｋ（Ｙ軸）に対し示す図。

【図１６】端末により最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを取得するプロセスを示すフローチャート。
【図１７】高齢者が運動トレーニングによって、最高酸素摂取量(ＶＯ２ｐｅａｋ)が上昇すると、認知機能の評価結果（ＣＦＩ）が上昇するという結果を示す図。
【図１８】図１７に続き、高齢者で運動トレーニングによって、最高酸素摂取量(ＶＯ２ｐｅａｋ)が上昇すると、認知機能の評価結果（ＣＦＩ）が上昇するという結果を示す図。
【図１９】認知機能検査の被験者群の特性を示す図。
【図２０】認知機能評価結果と若年者群の自転車半座位のデータを示す図。
【図２１】認知機能評価結果と高齢者群の自転車半座位のデータを示す図。
【図２２】認知機能評価結果と高齢者群の自転車アップライトのデータを示す図。
【図２３】認知機能評価結果と高齢者群の歩行のデータを示す図。
【図２４】実験により得られた全データを示す図。
【図２５】全てのデータについて年齢および体位を含めた重回帰分析により得られた認知機能評価結果の推定値（Ｘ軸）を認知機能評価結果の実測値（Ｙ軸）に対し示す図。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
図１に、人の活動をモニタリングするシステムの一例の概要を示している。このシステム（モニタリングシステム）１は、ユーザー（被測定者、被験者、受験者）２に装着される携帯型またはウェアラブルの端末（ユーザー端末）１０と、クラウド９、例えばインターネットなどのコンピュータネットワークを介して端末１０と接続されたサーバーシステム５０とを含む。活動量をモニタリングするシステム１は、端末１０のみで提供されてもよく、クラウド９を介してサーバーシステム５０でデータを蓄積し、後日、さらに詳しく、またはアップデートされた方法により解析されるシステムとして提供されてもよい。端末１０の一例は、スマートホン、またはユーザー２の身体に装着できる携帯端末であってもよい。端末１０は、腕時計型や、眼鏡型のウェアラブルな端末であってもよい。
【００１５】
端末１０は、センサー群１１と、センサー群１１から得られたデータを処理する機能を含むプロセッサ１２と、入出力を行うユーザーインターフェイス１３と、携帯電話網などを介してクラウド９に接続可能な通信ユニット１４と、メモリー１５とを含む。センサー群１１は、３軸加速度センサー１１ａ、高度計１１ｂ、脈拍計（心拍計）１１ｃ、体温計１１ｄなどを含み、これらに限定されず、脳血流や総末梢血管抵抗などを測定するセンサーを含んでもよい。高度を測定するセンサー（第１のセンサー）１１ｂの一例は、気圧計である。
【００１６】
プロセッサ１２では、メモリー１５にダウンロードされたアプリケーション（ソフトウェア、以下で説明する処理を実行する命令を含むプログラム）１５ａを展開することにより様々な機能が提供される。プロセッサ１２により提供される機能は、活動量（消費エネルギー量）のモニタリング機能（消費エネルギーモニタリングユニット）２０と、抗加齢能力推定ユニット２１とを含む。
【００１７】
モニタリングユニット（モニター）２０は、センサー群１１から所定の測定データ１６を取得して、測定データ１６をメモリー１５に一時的に格納する測定ユニット２５と、ユーザー２の活動の種別を判断して、活動形態に基づいて所定の推定式により酸素消費量ｅＶＯ２を推定する酸素消費量推定ユニット（ＶＯ２ユニット）２７と、推定された酸素消費量を用いてエネルギー消費量を求めるエネルギー消費量推定ユニット（ＣＡＬユニット）２８と、推定値および推定に用いられたセンサーの測定値を含めた測定データ１６を、通信ユニット１４を介してサーバーシステム５０に提供するユニット２９と、求められた消費エネルギー量などを、ユーザーインターフェイス１３を介してユーザー２に提供する出力ユニット２６とを含む。

【００１８】
ユーザー２の活動種別（活動形態）は例えば、加速度センサー１１ａの測定結果より自動的に判断してもよく、ユーザー２が選択または入力してもよく、ユーザー２の生活習慣などから自動的に判断してもよい。活動種別には、例えば、歩行中３ａ、サイクリング中（自転車アップライト）３ｂ、半座位で自転車による運動中（自転車半座位）３ｃ、自家用車あるいは他の交通機関で移動中、休憩中などが含まれ、各活動種別によりＶＯ２ユニット２７または抗加齢能力推定ユニット２１において、抗加齢能力の指標（指標値）Ｉｎの算出（推定）に影響する運動要素、例えば体位が選択されてもよい。
【００１９】
抗加齢能力（機能）（Anti-aging Activity （Function））は加齢による生命力の低下を防止または抑制する能力であり、「生命力、生活力（Vitality）」あるいは「生命維持機能（能力）（Life-maintenance function (Activity)）」と共通する。高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋは抗加齢能力の身体機能(能力)(Physical Function (Activity))の指標の１つの例であり、認知機能の評価結果ＣＦＩは精神機能（能力）（Mental Function (Activity)）の指標の１つの例である。
【００２０】
身体能力（身体機能）の指標の他の例の１つは、ＬＳＤスコア（生活習慣病指標、ＬＳＤリスクファクタ、Lifestyle-related disease）である。ＬＳＤスコア（生活習慣病指標）とは、いわゆるメタボ指標であり、以下の４項目の診断基準について、１つ該当すれば1点を加算する。したがって、４項目すべて該当すれば４点満点とした診断基準である。
１）最高血圧≧１３０ｍｍＨｇ、または最低血圧≧８５ｍｍＨｇ
２）空腹時血糖≧１００ｍｇ/ｄｌ、
３）ＢＭＩ≧２５ｋｇ/ｍ^2
４）中性脂肪≧１５０ｍｇ/ｄｌまたはＨＤＬコレステロール≦４０ｍｇ/ｄｌ
【００２１】
本例では認知機能の評価結果ＣＦＩ（Cognitive Function Index）として浦上式認知症簡易スクリーニング法による１５点満点による評価結果を例に説明しているが、精神能力の指標としては、うつ症状(Depression)、不安症（Anxiety）、不眠症（insomnia）のそれぞれの評価指標（評価結果）を用いてもよい。認知機能の評価は、他の方法で行われてもよい。例えば、ＭＭＳＥ（Mini-mental state examination、Folstein, M.F., Folstein, S.E., McHugh, P.R., 1975. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J. Psychiatr. Res. 12 (3), 189-198.、Kaufer, D.I., Williams, C.S., Braaten, A.J., Gill, K., Zimmerman, S., Sloane, P.D., 2008. Cognitive screening for dementia and mild cognitive impairment in assisted living: comparison of 3 tests. J. Am. Med. Dir. Assoc. 9 (8), 586-593.を参照）。浦上式認知症簡易スクリーニングでは、ヘッドホンから流れる設問を聞き、口答か記述で回答する。問１は即時再生（各１点×３問）、問２は時間の見当識（各１点×４問）、問３は遅延再生（各２点×３問）、問４は空間認知（各２点×１問）に関するものである。
【００２２】
抗加齢能力推定ユニット２１は、一例では、体力測定ユニット２１として機能し、測定データ１６の中から、最高酸素摂取量算出に要する身体データ１７、例えば心拍数１７ａを事前情報１８として取得する（抽出する）機能（事前情報取得ユニット）２２と、事前情報１８に基づきユーザー２の抗加齢能力に関する指標（評価）Ｉｎ１９の１つとして最高酸素摂取量（ＶＯ２ｐｅａｋ、最高酸素摂取量の推定量）１９ａを算出（推定）する機能（ＶＯ２ｐｅａｋ算出ユニット）２３ａと、ユーザー２の運動（活動）の開始を判断する自発運動検出ユニット２４とを含む。抗加齢能力推定ユニット２１は、事前情報１８に基づきユーザー２の抗加齢能力の指標Ｉｎ１９の１つとして認知機能検査の結果（ＣＦＩ、認知機能評価の推定結果）１９ｂを推定する認知能力推定ユニット２３ｂを含んでいても

よい。抗加齢能力推定ユニット２１は、身体能力推定ユニットとして機能してもよく、精神能力推定ユニットとして機能してもよい。

【００２３】

自発運動検出ユニット２４は、加速度センサー１１ａなどから自発運動の開始を検出してもよく、自発運動の開始をユーザー２に知らせるためのカウントダウン（ＣＤ）を、ユーザーインターフェイス１３を介してユーザー２に提供してもよい。事前情報１８は、心拍数１７ａとともに他の情報、例えば、脳血流、心拍数、総末梢血管抵抗（全末梢血管抵抗）、血圧、酸素摂取量および組織酸素飽和度のいずれかまたは複数の情報を含んでいてもよい。メモリー１５には、最高酸素摂取量算出、エネルギー消費量の算出などに要するユーザーの属性情報１５０が記録されており、それぞれの算出処理において参照される。属性情報１５０の一例は、年齢、体重であり、本例においては、最高酸素摂取量などの具体的な身体能力および精神能力の推定において年齢Ａｇｅが参照され、エネルギー消費量の算出において体重Ｗが参照される。

【００２４】

クラウド９を介して端末１０と通信可能なサーバーシステム５０は、クラウド９を介して測定データ１６を受信するインターフェイス５１と、測定データ１６などを格納するデータベース５２と、端末１０から提供される情報、例えば測定データ１６に基づきユーザー２の活動を解析するユニット５４と、測定データ１６および解析ユニット５４の処理結果に基づいてユーザー２に活動方針などについてのアドバイスを行うサービスプロバイダ（アドバイザー）ユニット５３とを含む。解析ユニット５４は、端末１０のモニタリングユニット２０と、抗加齢能力推定ユニット２１との機能を備えていてもよい。抗加齢能力推定ユニット２１は、身体能力推定ユニットとして機能してもよく、精神能力推定ユニットとして機能してもよい。

【００２５】

アドバイザーユニット５３は、推定された被験者の抗加齢能力に関わる指標Ｉｎに基づき、抗加齢能力の維持または向上に関する運動処方をアドバイスする機能を含んでいてもよい。すなわち、アドバイザーユニット（アドバイザー）５３は、定期的にデータベースに格納された、各ユーザーの抗加齢能力の指標Ｉｎ、例えば、体力（最高酸素摂取量）１９ａおよび／または認知機能１９ｂ、消費エネルギー量の履歴５２ａなどを参照し、各ユーザー２が計画したスケジュールと、各運動処方に対して得られた抗加齢能力に関する指標Ｉｎの改善または悪化に対する処方をアドバイスしたり、過剰または過少な運動（エネルギー消費）に対するアラームを提供したり、抗加齢能力（身体機能や精神機能）に基づき生活環境・活動環境のアドバイスを提供するなどの機能を含む。

【００２６】

上述したように、体力は２０歳代をピークとし、それ以降、１０歳加齢するごとに１０％ずつ低下すると言われており、この体力低下と医療費とに相関があることが知られている。したがって、もし運動処方により、１０％体力が向上すれば、２０％医療費が削減できる。これを目指して、これまで１日一万歩が推奨されてきた。しかしながら、この方法は、個人の体力にあった運動処方ではなく、運動強度が考慮されていない。そのため、体力が上がらない、という問題が指摘されている。

【００２７】

一方、体力の向上には、ジムでマシントレーニングを行うのが、国際標準である。この際、呼気ガス分析によりＶＯ２ｐｅａｋを測定し、トレーニング強度を決定する。しかしながら、場所と時間の制約があり、トレーニングのための費用を考えると必ずしも誰でもできるという方法ではない。それに対して、発明者らは、インターバル速歩トレーニング（ＩＷＴ）を提唱している。

【００２８】

ＩＷＴを始めとする体力増進トレーニングを実施する上での１つの課題は、最大体力（最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ）を求めることである。従来、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋは、ジムで自転車エルゴメータ、トレッドミルなどの運動負荷装置を用い、負荷漸増し

、個人の最大値まで追い込んだときの酸素消費量から求めることがルーチンであった。これに対し、本願の発明者らは、まず、体育館などのフィールドで３段階ステップアップ歩行を実施し、その際の運動量を携帯型カロリー計で測定した値と従来のマシンを使った値が一致することを明らかにし、わざわざジムに行かなくてもフィールドで簡便に最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが測定できることを明らかにした。

【００２９】

図２に、３段階ステップアップ歩行により最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを求める方法を示している。この方法では、被験者に低速１１１、中速１１２、高速１１３で歩いてもらい、最高速で歩いている際の最後の１分の酸素摂取量１１５を加速度計から推定し、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋとする。具体的には、体育館など平らな床面が確保できる場所で、被験者に携帯型カロリー計を腰に装着させ、安静、ゆっくり１１１、中くらい１１２、最大の速さ１１３の歩行を３分間ずつ段階的に負荷し、最大の速さで歩いたときの最後の1分問のエネルギー消費量を個人の最高酸素摂取量（最大運動強度）ＶＯ２ｐｅａｋとし、その際の心拍数１１６を最高心拍数とする。

【００３０】

図３に、本願の発明者らが測定した、３段階ステップアップ歩行により求められた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの推定値を、自転車エルゴメータ負荷漸増法と呼気ガス分析器で求めた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋに対してプロットした結果を示している。両者が非常によく相関していることがわかる。３段階ステップアップ歩行法によれば、呼気ガス分析器が不要であり、簡単に最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを得ることができる。したがって、以降においては、３段階ステップアップ歩行により求められた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを実測値として事前情報１８により算出される最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの推定値と比較する。

【００３１】

すなわち、３段階ステップアップ歩行により求められる最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋは十分に精度も高く、従来の方法と比較すると簡易であるが、被験者２が、体育館などに出かけて、最大体力を発揮する状態まで追い込まないといけないという条件がある。体力測定のための時間、労力を考えれば、生活の中で、無理せずに、さらに簡単に最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが得られることが望ましい。

【００３２】

これに対し、本願の発明者らは、運動開始前の脳心血管反応が、個々の被験者（ユーザー）２のピーク有酸素能力、すなわち最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋと関連することを見出した。自発運動前のカウントダウン（ＣＤ）が脳の活性化と昇圧反応を引き起こし、続いて筋肉の血管拡張が起き、これらの応答は個々の被験者２のピーク有酸素容量ＶＯ２ｐｅａｋに関連付けられることを見出した。

【００３３】

図４に、１４人の青年におけるＣＤ＋およびＣＤ－を用いたサイクル運動の開始前に測定された被験者の身体情報１７を示す。ＣＤ＋条件においては、運動の開始は３０秒のカウントダウン（ＣＤ１）によって合図された。ＣＤ－条件においては、運動はＣＤなしで開始された。ＣＤ＋条件では、運動を始める前に、さらに次の単語ＣＤ２およびＣＤ３が与えられた。ＣＤ２は「１５秒前」という言葉が与えられ、ＣＤ３は、「１０、９、８…１、運動開始」という言葉で運動開始時に与えられた。この例においては、身体情報１７として、被験者の脳血流ＣＢＦ、心拍数ＨＲ、心拍出量ＣＯ、平均動脈圧（Mean Arterial Pressure、ＭＡＰ）、相互相関のＺ変換値（Z transformed R(t)、ＺＲ（ｔ）、（Ｒ（ｔ）は、収縮期血圧の変化（Δsystolic arterial pressure）と、心拍数変化（ΔＨＲ）、酸素消費量ＶＯ２、総末梢抵抗ＴＰＲ、および筋組織中の酸素飽和度（組織酸素飽和度、Oxygen Saturation in the muscle tissue、ＳｔＯ２）を含む。図４には、－９０秒から、破線で示したベースラインからの変化（Δ）として表されている。各値の３０秒平均と標準誤差Ｓ.Ｅ.とが１４人の被験者に対するバーとして１秒毎に示されている。なお、ＺＲ（ｔ）は、移行期、ＣＤの±５秒間および運動の±５秒間には決定

されなかった。実線は、ＣＤ＋状態を示し、点線は、ＣＤ－状態を示す。また、図中の「＊」は、ＣＤ－条件に対して有意な差（Ｐ＜０．０５）がある部分を示す。「（ＣＤ＋対ＣＤ－）×時間」で示す相互作用効果において、全ての変数で有意な差（すべて、Ｐ＜０．００８）が認められた。

【００３４】

図５～図８に、年齢層の異なる２つの群の実験により得られた事前情報１８に含まれる身体情報１７のいずれかの第１の情報、本例においては心拍数１７ａの変化（変動）を示す取得データＳ（Ｘ軸）と、３段階ステップアップ歩行により求められた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸、ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）との関係を示している。図５は、若年者群により自発運動として自転車半座位３ｃの運動を行った場合を示し、図６は、高齢者群により自発運動として自転車半座位３ｃの運動を行った場合を示し、図７は、高齢者群により自発運動として自転車アップライト３ｂの運動を行った場合を示し、図８は、高齢者群により自発運動として歩行３ａを行った場合を示している。

【００３５】

図９（ａ）に若年者群に含まれる２７人の諸特性を示している。また、図９（ｂ）に高齢者群に含まれる３３人の諸特性を示している。図１０に、カウントダウンのプロトコルを示している。図５～図７に示した実験においては、運動開始時（ｔ０）から３０秒前の第１の時点（第１の時間（ｔ１）、－３０秒）に最初のカウントダウンＣＤとして「あと３０秒で運動を開始してください」のメッセージを発信し、１５秒前に「あと１５秒で開始してください」のメッセージを発信し、続いて「１０秒前，９，８，・・・１，運動を始めてください」というコールにより時刻（自発運動開始時）ｔ０に運動が開始された。図８に示した実験においては、運動開始時（ｔ０）から１５秒前の第１の時点（第１の時間（ｔ１）、－１５秒）に最初のカウントダウンＣＤとして「あと１５秒で運動を開始してください」のメッセージを発信し、続いて「１０秒前，９，８，・・・１，運動を始めてください」というコールにより時刻（自発運動開始時）ｔ０に運動が開始された。

【００３６】

図１１に、事前情報１８として得られる心拍数１７ａの典型的な例を示している。最初のカウントダウンが通知された時刻ｔ１（－３０秒）以降に心拍数が上昇していることがわかる。本例においては、事前情報取得ユニット２２が、事前情報１８に含まれる心拍数（第１の情報）１７ａの変化を取得データＳとして算出する機能を含む。具体的には、式（３）に基づき、被験者に自発運動開始ｔ０までの所定の時間、例えば３０秒を示す開始前情報（カウントダウン）を与えた第１の時点ｔ１（－３０秒）から自発運動開始までの心拍数１７ａの第１の平均値Ｓ１と、第１の時点ｔ１の直前の心拍数１７ａの第２の平均値Ｓｂとの比Ｓ１／Ｓｂを取得データＳとして求める。

Ｓ＝Ｓ１／Ｓｂ　・・・（３）

第１の平均値Ｓ１は、－３０秒から０秒までの心拍数の平均値ＨＲｓ１で求められ、その前の第２の平均値Ｓｂは、－３５秒から－３０秒までの心拍数の平均値ＨＲｂａｓｅで求めることができる。最初のカウントダウンの通知時刻（第１の時間ｔ１）が－１５秒の実験においては、第１の平均値Ｓ１は、－１５秒から０秒までの心拍数の平均値ＨＲｓ１であり、その前の第２の平均値Ｓｂは、－２０秒から－１５秒までの心拍数の平均値ＨＲｂａｓｅで求めることができる。

【００３７】

事前情報１８に含まれる心拍数１７ａなどの身体または認知機能との相関が認められる第１の情報の変化（変数）に関する取得データＳは、開始前情報（カウントダウン）が与えられた時刻ｔ１から自発運動開始時点ｔ０までの期間（第１の期間）の状態（値、変位、変動）を、その前の期間の状態（値、ベースラインＢＬ）を基準として評価したデータであればよく、平均値の比に限られない。例えば、取得データＳは、開始前情報（カウントダウン）が与えられた時刻ｔ１（例えば、－３０秒）から自発運動開始時点ｔ０までの期間（第１の期間、本例においては、－３０秒から０秒）の曲線と、その前の期間（例えば、－９０秒から－３０秒）により求められるベースラインＢＬとの面積の積算で求めても

よく、その他の方法により求めてもよい。
【００３８】
図１２に、図５～８に示した全データを示している。若年者群の自転車半座位は〇、高齢者群の自転車半座位は×、高齢者群の自転車アップライトは△、高齢者群の歩行は□により示している。これらのデータを回帰分析すると、図１２に示しているように、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）と、心拍数１７ａの変動Ｓ１／Ｓｂとの間に正の相関があることがわかる。ただし、決定係数R^2は０．２７０５（ｐ＜０．０１）である。
【００３９】
図１３に、若年者群の自転車半座位（〇）と、高齢者群の自転車半座位（×）とについて、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）と、心拍数１７ａの変動Ｓ１／Ｓｂとの間で回帰分析を行い、その結果得られた以下の一次関数（回帰式）（Ａ）により得られた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（推定ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｘ軸）を、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）に対して示している。なお、回帰式の信頼区間を破線により示している。
ＶＯ２ｐｅａｋ = -85.504 + 120.442×Ｓ１／Ｓｂ　・・・（Ａ）
最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの単位はｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎであり、心拍数１７ａの平均Ｓ１およびＳｂはｂｅａｔｓ／ｍｉｎである。
【００４０】
図１４に、若年者群の自転車半座位（〇）と、高齢者群の自転車半座位（×）について、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）と、心拍数１７ａの変動Ｓ１／Ｓｂと、被験者の年齢Ａｇｅとの間で重回帰分析を行い、その結果得られた以下の一次関数（回帰式、一次多項式）（Ｂ）により得られた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（推定ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｘ軸）を、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）に対して示している。なお、回帰式の信頼区間を破線により示している。
ＶＯ２ｐｅａｋ = -25.314 -0.239×Ａｇｅ +71.774×Ｓ１／Ｓｂ　・・・（Ｂ）
回帰式（Ａ）により得られた推定ＶＯ２ｐｅａｋと実測ＶＯ２ｐｅａｋとの相関の決定係数R^2は０．２９０１（ｐ＜０．００１）であったのに対し、年齢を含めた多重回帰分析による回帰式（Ｂ）により得られた推定ＶＯ２ｐｅａｋと実測ＶＯ２ｐｅａｋの決定係数R^2は０．５２５６（ｐ＜０．００１）である。したがって、回帰式（Ｂ）により、心拍数１７ａの変動Ｓ１／Ｓｂに基づきさらに精度よく最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが推定できることがわかる。
【００４１】
図１５に、若年者群の自転車半座位（〇）と、高齢者群の自転車半座位（×）とに加え、高年齢者群の自転車アップライト（△）と、高年齢者群の歩行（□）とについて、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）と、心拍数１７ａの変動Ｓ１／Ｓｂと、被験者の年齢Ａｇｅと、運動要素の１つである体位Ｄ１との間で重回帰分析を行い、得られた以下の一次関数（回帰式、一次多項式）（Ｃ）により得られた最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（推定ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｘ軸）を、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ（実測ＶＯ２ｐｅａｋ、Ｙ軸）に対して示している。
ＶＯ２ｐｅａｋ = -25.166 -0.226×Ａｇｅ +62.703×Ｓ１／Ｓｂ+8.764×Ｄ１　・・・（Ｃ）
ただし、運動要素Ｄ１は半座位が「１」、他は「０」である。年齢に加え、体位を含めた多重回帰分析による回帰式（Ｃ）により得られた推定ＶＯ２ｐｅａｋと実測ＶＯ２ｐｅａｋの決定係数R^2は０．７７１６（ｐ＜０．０１）である。したがって、今回の実験によって得られた全てのデータに対し、年齢および体位を考慮した回帰式（Ｃ）により、心拍数１７ａの変動Ｓ１／Ｓｂに基づきさらに精度よく最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定できることがわかる。
【００４２】
半座位の運動において係数がプラスになることは、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが同じ

者の場合、立位と比較して半座位の方がカウントダウン時の心拍数の上昇度が小さいことを示唆している。この現象は、臥位に近い半座位での自発運動においては、末梢から心臓へ戻る血液の量が増え、心臓が伸展され、バゾプレシンの分泌が抑制されることに起因すると考えられる。例えば、臥位ではカウントダウンによる反応がほぼ消滅することが、Kazumasa Manabe, et al. “Countdown before voluntary exercise induces muscle vasodilation with decreased muscle sympathetic nerve activity in humans”(The FASEB Journal, 20 Apr 2018)に報告されている。

【００４３】

このように事前情報１８を得ることにより、簡易に、身体機能の指標Ｉｎの１つである最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが推定できることが分かった。最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの算出に際し、被験者の自発運動開始直前の事前情報１８に含まれる第１の情報、本例では心拍数１７ａの変化の取得データＳと被験者の年齢Ａｇｅとを変数として含む一次関数を用いることにより、若年者あるいは高齢者に限定せずに、全ての年齢の被験者に対して、精度よく最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定できる。年齢Ａｇｅを変数として含む一次関数（一次多項式）の一例は以下の式（１１）である。

ＶＯ２ｐｅａｋ＝ｃ１１＋ｃ１２・Ａｇｅ＋ｃ１３・Ｓ　・・（１１）

Ｓ＝Ｓ１／Ｓｂ　・・・（３）

【００４４】

事前情報１８として取得される第１の情報として心拍数１７ａを採用し、その変動データＳとしてカウントダウン前後の平均値の比を示す式（３）を採用した場合の係数ｃ１１（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）、ｃ１２（ｍｌ／ｋｇ／Ｙｅａｒ／ｍｉｎ）およびｃ１３（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）の一例は以下の通りである。

－８５．０７２＜ｃ１１＜３４．４４５

－０．３５１＜ｃ１２＜－０．１２８

１６．３４１＜ｃ１３＜１２７．２０８・・・（Ｂ１１）

【００４５】

実験により得られた年齢Ａｇｅの係数ｃ２はマイナスであり、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが同程度の被験者の場合、若年者と比較して高齢者の方がカウントダウン時の心拍数の上昇度が大きいことを示唆している。したがって、事前情報１８に基づき最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定する方法は、高齢者の体力を推定する方法として適しており、高齢者に対して体力測定の負荷を軽減でき、より精度よく体力の変化をモニタリングすることができる。

【００４６】

さらに、姿勢（体位）などの運動要素が異なる自発運動を行う際においては、事前情報１８を得て、姿勢を考慮することにより、さらに精度よく最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定できることが分かった。最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの算出に際し、被験者の自発運動開始直前の事前情報１８の第１の情報、例えば、心拍数１７ａの変化Ｓと、被験者の年齢Ａｇｅと、体位などの運動要素Ｄｉとを変数として含む一次関数（一次多項式）を用いることにより、年齢に加えて、自発運動の種類を限定することなく、精度よく最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定できる。年齢Ａｇｅに加えて自発運動の体位を含む運動要素Ｄｉを変数として事前情報１８に含まれる第１の情報の変動に関わる取得データＳにより被験者の最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを求める一次関数の一例は以下の式（１２）である。

ＶＯ２ｐｅａｋ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ＋Σｄｉ・Ｄｉ　・・（１２）

【００４７】

事前情報１８として心拍数１７ａを採用し、その変動データＳとしてカウントダウン前後の平均値の比を示す式（３）を採用し、運動要素として体位Ｄ１１（半座位の運動の際に「１」、立位の運動の際に「０」）を考慮した場合の係数ｃ１１、ｃ１２、ｃ１３、ｄ１１（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）の一例は以下の通りである。

－６４．３３３＜ｃ１１＜１４．００１

－０．３０４＜ｃ１２＜－０．１４８
２６．８１５＜ｃ１３＜９８．５９１
５．３８１＜ｄ１１＜１２．１４６　・・・（Ｃ１２）

【００４８】

図１６に、端末１０において、抗加齢能力を示す指標ＩｎとしてＶＯ２ｐｅａｋを求めるプロセスをフローチャートにより示している。ステップ１２１において、モニタリングユニット２０は、身体情報１７を含む測定データ１６を連続して取得してメモリー１５に格納する。ステップ１２１において、身体情報１７を含む測定データ１６は実質的に連続して記録されていればよく、過去の全ての測定データ１６を記録してもよく、所定の期間の測定データ１６をサイクリックに記録してもよい。また、連続して記録されることには、測定データ１６が数１０ｍ秒程度の間隔で断続的に記録されることも含まれる。

【００４９】

ステップ１２２において、体力測定ユニットとして機能している抗加齢能力推定ユニット２１の自発運動検出ユニット２４は、測定データ１６に含まれる加速度情報から自発運動開始のタイミングｔ０を取得する。自発運動検出ユニット２４は、被験者２に自発運動開始を示すカウントダウンＣＤを通知する機能を備えていてもよい。

【００５０】

ステップ１２３において、自発運動が検出されると、例えば、ＣＤがゼロになると、事前情報取得ユニット２２は、メモリー１５に記録された、自発運動開始前の身体情報１７の中から、自発運動開始時点ｔ０に先立つ、自発運動開始直前の事前情報１８を抽出（取得）する。事前情報取得ユニット２２は、被験者に自発運動開始までの所定の時間を示す開始前情報（カウントダウン、ＣＤ）を与えた第１の時点（第１の時間）ｔ１から自発運動開始の時点ｔ０までの第１の期間の事前情報１８の中の第１の情報、本例では心拍数１７ａの第１の平均値Ｓ１と、第１の時間ｔ１の直前の事前情報の第２の平均値Ｓｂ（例えば、第１の時間ｔ１の５秒前からの平均）との比Ｓ１／Ｓｂを取得データＳとして求める機能を備えていてもよい。上記においては、カウントダウンは３０秒前、または１５秒前から開始されるが、カウントダウンの開始はこれらの期間（秒数、分数）に限定されない。

【００５１】

ステップ１２４において、ＶＯ２ｐｅａｋ算出ユニット２３ａが、事前情報１８に基づき被験者の最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを算出する。ＶＯ２ｐｅａｋ算出ユニット２３ａは、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを式（１１）により求める第１の算出機能を含んでいてもよく、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを式（１２）により求める第２の算出機能を含んでいてもよい。事前情報１８は、被験者２の自発運動開始直前の脳血流ＣＢＦ、心拍数ＨＲおよび総末梢血管抵抗ＴＰＲの少なくともいずれかの情報を含んでいればよく、上記においては第１の情報として心拍数ＨＲの情報１７ａを用いた例を説明したが他の情報を用いて最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定してもよい。事前情報１８は、被験者２の脳血流ＣＢＦ、心拍数ＨＲ、総末梢血管抵抗ＴＰＲの他に、心拍出量ＣＯ、血圧（例えば平均動脈圧ＭＡＰ）、酸素摂取量ＶＯ２および組織酸素飽和度（ＳｔＯ２）の少なくともいずれかの情報を含んでいてもよい。これらの処理を行うアプリケーション（プログラム、プログラム製品）１５ａは、記録媒体に記録して提供してもよく、ネットワークを介して提供してもよい。

【００５２】

上記では、自発運動がカウントダウンにより開始された被験者２の事前情報１８を取得することを含む方法を示している。これに代わり、またはこれとともに、端末１０により、日常活動時の心拍数ＨＲと活動量をモニターし、活動の開始直前のＨＲの上昇の程度から最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを推定してもよい。最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの高い人では、運動開始前の事前情報１８に含まれる心拍数ＨＲ１７ａの上昇度が大きいのに対して、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの低い人では、心拍数ＨＲ１７ａの上昇度が小さい。また、上記では、カウントダウンを行うことにより運動開始時点（活動開始時点）を被

験者に認識させているが、日常生活または運動において、被験者は自ら運動開始を意識した時点で、脳血流量が上昇し、心拍数が上昇し、筋血管拡張することによる総末梢抵抗の低下がみられ、それらを事前情報１８として取得することができる。被験者は日常生活の中で、無理なく、簡便に最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを知ることができ、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの変動を、日常的に継続して記録することができる。

【００５３】

端末１０は、モニタリングユニット２０と連動してインターバル速歩トレーニングＩＷＴの実施を被験者２にガイドするインターバル速歩トレーナ機能（インターバル速歩トレーナユニット、ＩＷＴユニット）３０を含んでもよい。ＩＷＴユニット３０は、加速度センサー１１ａおよび高度計１１ｂより、ＩＷＴ中の酸素摂取量ＶＯ２を計算する。歩行中の酸素消費量の推定値ＶＯ２を求める推定式（１）については、本願の発明者らの「Yamazaki T, Gen-no H, Kamijo Y, Okazaki K, Masuki S, and Nose H. A new device to estimate VO2 during incline walking by accelerometry and barometry. Med Sci Sports Exerc, 41: 2213-2219, 2009」に開示されている。

【００５４】

ＩＷＴユニット３０は、普通歩行をガイドする第１のユニット３１と、速歩をガイドする第２のユニット３２と、ＩＷＴの履歴やＩＷＴによる消費エネルギー量を管理するマネージメントユニット３３とを含んでもよい。第１のユニット３１は、数１０ｍ秒程度の適当な間隔で酸素消費量ＶＯ２を推定し、普通歩行の継続時間を管理し、所定の時間、例えば３分が経過すると、速歩への移行を促すガイドを出力する。第２のユニット３２は、求められた酸素消費量ＶＯ２が最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの７０％を超えると、その速度を維持することを、音声などを用いてガイドし、その後、所定の時間、例えば３分が経過すると、普通歩行へ移行することを促すガイドを出力する。この端末１０においては、体力測定ユニット（抗加齢能力推定ユニット）２１により随時、被験者（ユーザー）２の最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ１９ａを測定し、その値を更新することができる。このため、被験者２のその時の状態に合致した条件でＩＷＴをガイドすることができ、被験者２に無理なく、また、体力の増強が見込まれる強度で、ＩＷＴを実施させることができる。

【００５５】

発明者らの研究によると、（１）若年者（または高齢者）で、最高酸素摂取量の高い人ほど、自発運動開始時の心拍応答が高いという結果、（２）若年者（または高齢者）で、最高酸素摂取量が高い人ほど、自発運動開始時の脳血流の上昇程度が高いという結果が得られている。

【００５６】

さらに、（３）高齢者で運動トレーニングによって、最高酸素摂取量（ＶＯ２ｐｅａｋ）が上昇すると、認知機能の評価結果（ＣＦＩ）が上昇するという結果が得られており、高齢者において、自発運動開始時の心拍応答や脳血流上昇などから認知機能を推定することができる。すなわち、モニタリングシステム１は、自発運動開始時の心拍応答１７ａから、身体能力のみならず、精神能力の指標Ｉｎである認知機能の評価が可能であり、本発明により、心拍応答に基づく認知機能の評価を含む抗加齢能力の評価方法を提供でき、さらに、抗加齢能力の評価システムを提供できる。

【００５７】

図１７に運動トレーニングとしてインターバル速歩（ＩＷＴ）を行った被験者と、行わなかった被験者（ＣＮＴ）との最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの変化ΔＶＯ２ｐｅａｋ（図１７（ａ））、ＬＳＤスコアーの変化ΔＬＳＤスコアー（図１７（ｂ））、認知機能の変化ΔＣＦＩスコアー（図１７（ｃ））を示している。インターバル速歩を行った被験者（ＩＷＴ）の変化は、週４日、一日あたり３０分のインターバル速歩（合計１５分速歩、１５分通常歩行）を５か月行った後の変化を示している。ＩＷＴでは、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが増加（体力が増加）し、ＬＳＤスコアーが低下し、認知機能が向上していることがわかる。

【００５８】

図１８に、認知機能の変化ΔＣＦスコアーと最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋの変化ΔＶＯ２ｐｅａｋとの相関（図１８（ａ））と、認知機能の変化ΔＣＦスコアーとＬＳＤスコアーの変化ΔＬＳＤスコアーとの相関（図１８（ｂ））を示している。最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋが増加すると認知機能ＣＦＩスコアーは改善し、ＬＳＤスコアーが低下すると認知機能ＣＦＩスコアーが改善する傾向があることがわかる。

【００５９】

このモニタリングシステム１の抗加齢能力推定ユニット２１は、事前情報１８に基づきユーザー２の精神能力に関わる認知機能検査の評価結果（ＣＦＩ）１９ｂを推定する認知機能推定ユニット２３ｂを含む。認知機能検査（認知力テスト）の一例は、上述した浦上式認知症簡易スクリーニングであり、１５点満点で認知機能を検査する。

【００６０】

図１９に示した特性の被験者を年齢層で分けた実験により得られた認知機能の評価に関する実験結果を図２０～図２３に示している。実験結果は、事前情報１８に含まれる身体情報１７のいずれかの第１の情報、本例においても心拍数１７ａの変化（変動）を示す取得データＳ（Ｘ軸）と、認知機能検査の結果（ＣＦＩ、点数、１５点満点）との関係を示している。図２０は、若年者群により自発運動として自転車半座位３ｃの運動を行った場合を示し、図２１は、高齢者群により自発運動として自転車半座位３ｃの運動を行った場合を示し、図２２は、高齢者群により自発運動として自転車アップライト３ｂの運動を行った場合を示し、図２３は、高齢者群により自発運動として歩行３ａを行った場合を示している。

【００６１】

カウントダウンのプロトコルは図１０に示したものと同様である。心拍数（第１の情報）１７ａの変化を取得データＳは、式（３）に基づき、被験者に自発運動開始ｔ０までの所定の時間、例えば３０秒を示す開始前情報（カウントダウン）を与えた第１の時点ｔ１（－３０秒）から自発運動開始までの心拍数１７ａの第１の平均値Ｓ１（認知機能の実験例ではＳ１ＨＲとして示す）と、第１の時点ｔ１の直前の心拍数１７ａの第２の平均値Ｓｂ（認知機能の実験例ではｂａｓｅＨＲとして示す）との比Ｓ１ＨＲ／ｂａｓｅＨＲを取得データＳとして求める。

【００６２】

図２４に、図２０～２３に示した全データを示している。若年者群の自転車半座位は×、高齢者群の自転車半座位は■、高齢者群の自転車アップライトは▲、高齢者群の歩行は〇により示している。これらのデータを回帰分析すると、図２４に示しているように、認知機能の評価結果（実測）と、心拍数１７ａの変動Ｓ１ＨＲ／ｂａｓｅＨＲとの間に正の相関があることがわかる。ただし、決定係数R^2は０．１８４４（ｐ＜０．００１）である。

【００６３】

図２５に、若年者群の自転車半座位と、高齢者群の自転車半座位と、高年齢者群の自転車アップライトと、高年齢者群の歩行とについて、認知機能の評価結果の実測値（実測ＣＦＩ）と、心拍数１７ａの変動Ｓ１ＨＲ／ｂａｓｅと、被験者の年齢Ａｇｅと、運動要素の１つである体位Ｄ１との間で重回帰分析を行い、得られた以下の一次関数（回帰式、一次多項式）（Ｄ）により得られた認知機能の評価結果（推定ＣＦＩ、Ｘ軸）を、認知機能の評価結果の実測値（実測ＣＦＩ、Ｙ軸）に対して示している。

ＣＦＩ＝ 7.154 -0.008×Ａｇｅ +6.0153×Ｓ１ＨＲ／ｂａｓｅＨＲ+0.921×Ｄ１　・・・（Ｄ）

ただし、運動要素Ｄ１は半座位が「１」、他は「０」である。年齢に加え、体位を含めた多重回帰分析による回帰式（Ｃ）により得られた推定ＣＦＩと実測ＣＦＩの決定係数R^2は０．６４０８（ｐ＜０．００１）である。したがって、今回の実験によって得られた全てのデータに対し、年齢および体位を考慮した回帰式（Ｄ）により、心拍数１７ａの変動Ｓ１ＨＲ／ｂａｓｅＨＲに基づき精度よく認知機能を推定できることがわかる。

【００６４】

このように、被験者の年齢を考慮し、さらに、姿勢（体位）などの運動要素が異なる自発運動を行う際においては、姿勢を考慮することにより、最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋと同様に、精度よく認知機能の評価結果ＣＦＩを推定できることが分かった。したがって、被験者の認知機能を推定する際に、被験者の自発運動開始直前の事前情報１８の第１の情報、例えば、心拍数１７ａの変化の取得データＳと、被験者の年齢Ａｇｅと、体位などの運動要素Ｄｉとを変数として含む一次関数（一次多項式）を用いることにより、年齢、自発運動の種類を限定することなく、精度よく推定できる。年齢Ａｇｅに加えて自発運動の体位を含む運動要素Ｄｉを変数として事前情報１８に含まれる第１の情報の変動に関わる取得データＳにより被験者の認知機能の評価結果ＣＦＩを求める一次関数の一例は以下の式（２２）である。

ＣＦＩ＝ｃ２１＋ｃ２２・Ａｇｅ＋ｃ２３・Ｓ＋Σｄｉ・Ｄｉ　・・（２２）

【００６５】

認知機能の評価結果ＣＦＩとして浦上式認知症簡易スクリーニング（１５点満点）を採用し、事前情報１８として心拍数１７ａを採用し、その変動データＳとしてカウントダウン前後の平均値の比を示す式（３）を採用し、運動要素として体位Ｄ２１（半座位の運動の際に「１」、立位の運動の際に「０」）を考慮した場合の係数ｃ２１（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）、ｃ２２（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ／ｙｅａｒ）、ｃ２３（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）、ｄ２１（ｍｌ／ｋｇ／ｍｉｎ）の一例は以下の通りである。

３．２５５＜ｃ２１＜１１．０５２

－０．１７＜ｃ２２＜－０．００２

２．５６０＜ｃ２３＜９．４７０

０．５８２＜ｄ２１＜１．２６０・・・（Ｃ２２）

【００６６】

端末１０において、抗加齢能力に関する指標Ｉｎとして認知機能の評価結果ＣＦＩを求めるプロセスは、図１６に示した最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋを求めるプロセスと共通する。すなわち、ステップ１２１において、モニタリングユニット２０は、身体情報１７を含む測定データ１６を連続して取得してメモリー１５に格納する。ステップ１２２において、認知機能評価ユニットとして機能する抗加齢能力推定ユニット２１の自発運動検出ユニット２４は、測定データ１６に含まれる加速度情報から自発運動開始のタイミングｔ０を取得する。ステップ１２３において、自発運動が検出されると、例えば、ＣＤがゼロになると、事前情報取得ユニット２２は、メモリー１５に記録された、自発運動開始前の身体情報１７の中から、自発運動開始時点ｔ０に先立つ、自発運動開始直前の事前情報１８を抽出（取得）する。事前情報取得ユニット２２は、心拍数１７ａの第１の平均値Ｓ１（Ｓ１ＨＲ）と、第１の時間ｔ１の直前の事前情報の第２の平均値Ｓｂ（ｂａｓｅＨＲ）との比Ｓ１／Ｓｂ（Ｓ１ＨＲ／ｂａｓｅＨＲ）を取得データＳとして求める。ステップ１２４において、ＶＯ２ｐｅａｋ算出ユニット２３ａの代わりにＣＦＩ算出ユニット２３ｂが、事前情報１８に基づき被験者の認知機能の評価結果ＣＦＩを推定する。ＣＦＩ算出ユニット２３ｂは、認知機能の評価結果ＣＦＩを式（２２）により求める算出機能を含んでいてもよい。事前情報１８は、被験者２の自発運動開始直前の脳血流ＣＢＦ、心拍数ＨＲおよび総末梢血管抵抗ＴＰＲの少なくともいずれかの情報を含んでいればよく、上記においては第１の情報として心拍数ＨＲの情報１７ａを用いた例を説明したが他の情報を用いても認知機能の評価結果ＣＦＩを推定できることは最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋと同様である。事前情報１８は、被験者２の脳血流ＣＢＦ、心拍数ＨＲ、総末梢血管抵抗ＴＰＲの他に、心拍出量ＣＯ、血圧（例えば平均動脈圧ＭＡＰ）、酸素摂取量ＶＯ２および組織酸素飽和度（ＳｔＯ２）の少なくともいずれかの情報を含んでいてもよい。

【００６７】

このように事前情報１８を得ることにより、被験者が運動を行うたびに、抗加齢能力に関する指標（評価）Ｉｎを簡単に推定することが可能となる。上記に示した抗加齢能力の指標Ｉｎの一例は、身体能力に関する最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋであり、他の例は、神経能力に関する認知機能の評価結果（認知力検査結果）ＣＦＩであり、これらを簡単に精

度よく推定できることを示した。抗加齢能力のこれらの指標Ｉｎの算出に際し、被験者の自発運動開始直前の事前情報１８に含まれる第１の情報、本例では心拍数１７ａの変化の取得データＳと被験者の年齢Ａｇｅとを変数として含む一次関数を用いることにより、若年者あるいは高齢者に限定せずに、全ての年齢の被験者に対して、精度よく、抗加齢能力の指標Ｉｎを推定できる。年齢Ａｇｅを変数として含む一次関数（一次多項式）の一例は以下の式（１）であり、事前情報１８に含まれる第１の情報として心拍数１７ａを採用し、その変動データＳとしてカウントダウン前後の平均値の比を示す式（３）を採用した場合の係数ｃ１、ｃ２およびｃ３の一例は式（Ｂ１１）に示すものである。

Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ　・・（１）

Ｓ＝Ｓ１／Ｓｂ　・・・（３）

【００６８】

さらに、姿勢（体位）などの運動要素が異なる自発運動を行う際においても、事前情報１８を得ることにより、簡易に、運動を行う都度、抗加齢能力の指標Ｉｎを推定できることを示した。年齢Ａｇｅに加えて自発運動の体位を含む運動要素Ｄｉを変数として事前情報１８の変動Ｓにより被験者の抗加齢能力に関する指標Ｉｎを求める一次関数の一例は以下の式（２）である。事前情報１８として心拍数１７ａを採用し、事前情報の変動Ｓとしてカウントダウン前後の平均値の比を示す式（３）を採用し、運動要素として体位Ｄ１（半座位の運動の際に「１」、立位の運動の際に「０」）を考慮した場合の係数ｃ１、ｃ２、ｃ３、ｄ１の一例は式（Ｃ１２）および式（Ｃ２２）に示すものである。

Ｉｎ＝ｃ１＋ｃ２・Ａｇｅ＋ｃ３・Ｓ＋Σｄｉ・Ｄｉ　・・（２）

【００６９】

以上に説明したように、抗加齢能力の維持および・または改善には、個人の状態、例えば、体力、精神力にフィットしたトレーニングが大切である。本発明により、トレーニングを行うたびに、さらにはトレーニングの開始時に、被験者の抗加齢能力を推定することが可能であり、被験者の状態に適した、安全で効果的な運動処方を提供でき、また、その成果を評価することができる。特に、身体機能の指標として最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ、精神能力の指標として認知機能の評価結果ＣＦＩを簡便に推定（測定）できることは重要である。体力増進のトレーニングの１つとして、最大体力（最高酸素摂取量ＶＯ２ｐｅａｋ）を意識したインターバル速歩は認知機能の向上あるいは維持にも有用であり、本発明において提供するデバイス（端末）１０により、個々のユーザー２の状態に適当した、特に、抗加齢能力の向上に適したトレーニングを提供できる。

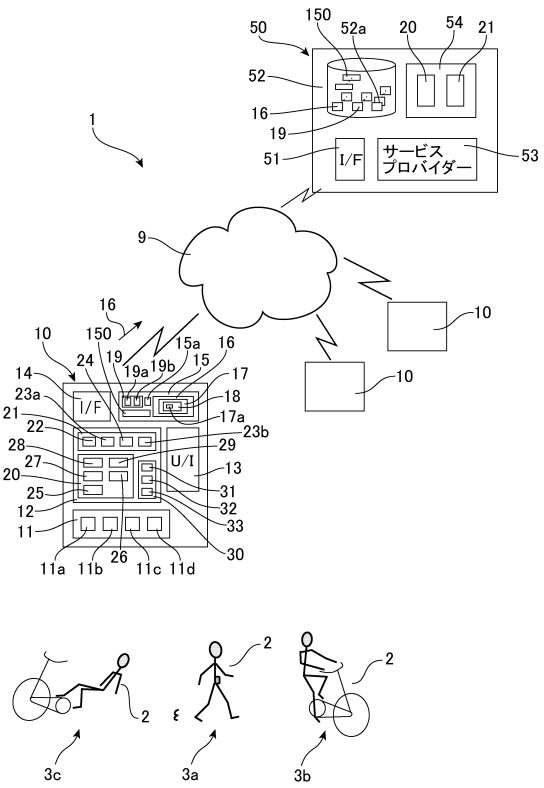
【符号の説明】

【００７０】

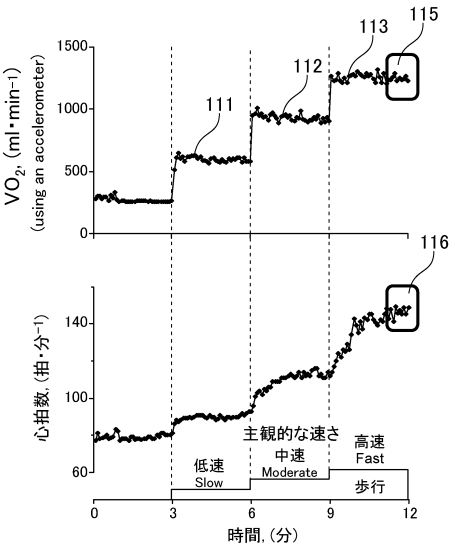
１　モニタリングシステム、　１０　ユーザー端末（デバイス）、　５０　サーバーシステム

【図面】

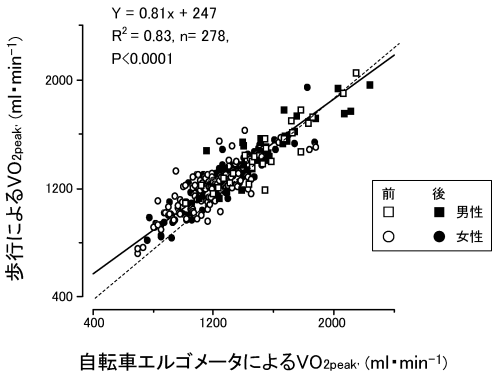
【図１】


1
50
150
52a
20
54
21
52
16
19
51
I/F
サービス
プロバイダー
53
9
10
10
16
10
150
15a
16
24
19
19a
19b
15
17
14
23a
I/F
18
21
17a
22
23b
28
29
27
U/I
13
20
25
31
12
32
11
33
11a
11b
26
11c
11d
30
2
2
2
3c
3a
3b

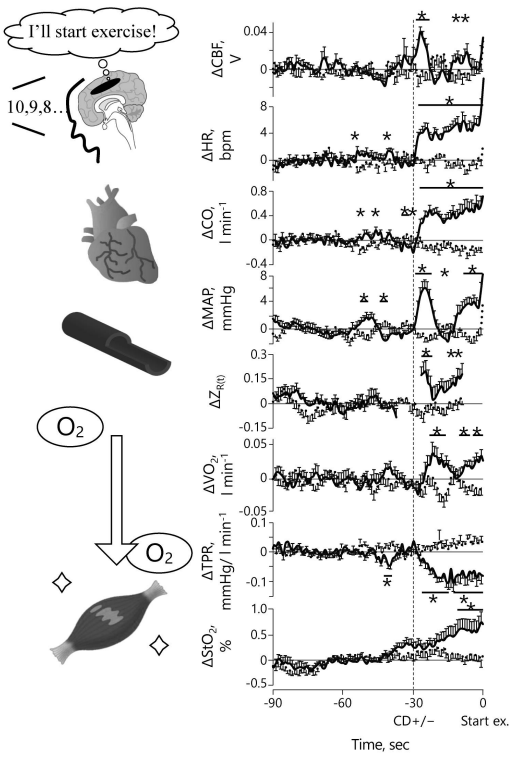
【図２】


VO_2, (ml・min⁻¹)
(using an accelerometer)
1500
1000
500
0
111
112
113
115
116
心拍数, (拍・分⁻¹)
140
100
60
主観的な速さ
低速
Slow
中速
Moderate
高速
Fast
歩行
0
3
6
9
12
時間, (分)

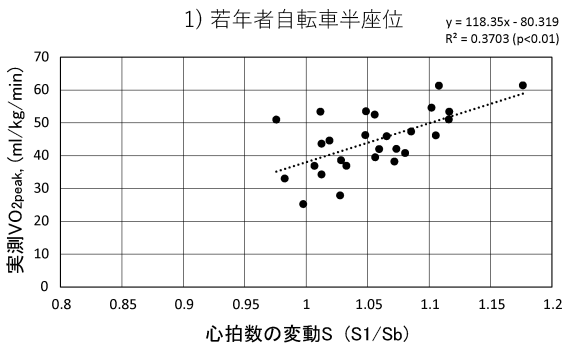
【図３】


Y = 0.81x + 247
R^2 = 0.83, n= 278,
P<0.0001
歩行によるVO_{2peak}, (ml・min⁻¹)
2000
1200
400
400
1200
2000
前
後
男性
女性
自転車エルゴメータによるVO_{2peak}, (ml・min⁻¹)

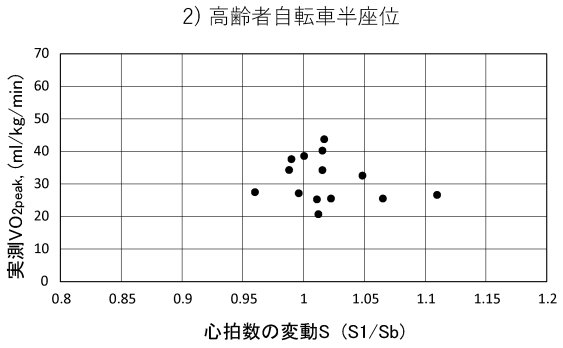
【図４】


I'll start exercise!
10,9,8..
O_2
O_2
ΔCBF, V
ΔHR, bpm
ΔCO, l min⁻¹
ΔMAP, mmHg
$\Delta Z_{R(t)}$
ΔVO_2, l min⁻¹
ΔTPR, mmHg/ l min⁻¹
ΔStO_2, %
-90
-60
-30
0
CD+/−
Start ex.
Time, sec

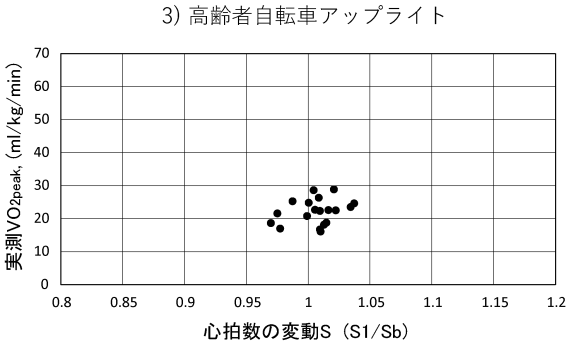
【図５】


1) 若年者自転車半座位
y = 118.35x - 80.319
R² = 0.3703 (p<0.01)
実測VO2peak, (ml/kg/min)
心拍数の変動S（S1/Sb）

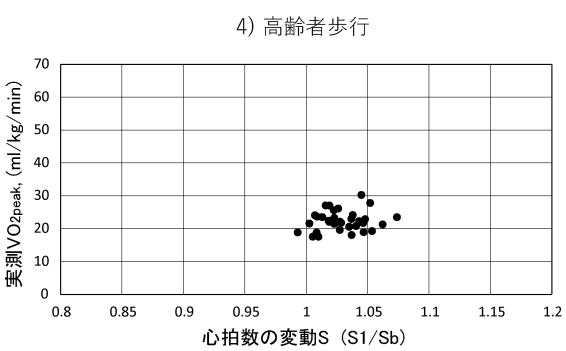
【図６】


2) 高齢者自転車半座位
実測VO2peak, (ml/kg/min)
心拍数の変動S（S1/Sb）

【図７】


3) 高齢者自転車アップライト
実測VO2peak, (ml/kg/min)
心拍数の変動S（S1/Sb）

【図８】


4) 高齢者歩行
実測VO2peak, (ml/kg/min)
心拍数の変動S（S1/Sb）

【図９】

（ａ）

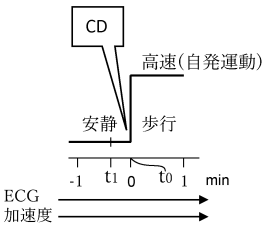
Subjects

N= 27, all men
Age= 23 ± 4(years,)
Height= 173 ± 4(cm,)
Body weight= 63 ± 7(kg)
VO_{2peak}= 44.5 ± 9.4(ml·kg^{-1}·min^{-1})

（ｂ）

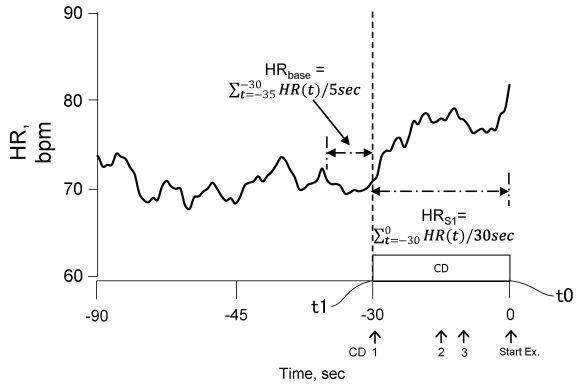
N (men)	33 (12)
Age, (yr)	72 ± 6.5
Height, (cm)	159 ± 6.0
Body weight, (kg)	59 ± 6.5
BMI, (kg·m^{-2})	23.5 ± 2.3
VO_{2peak}, (ml·kg^{-1}·min^{-1})	22.4 ± 3.1

【図１０】

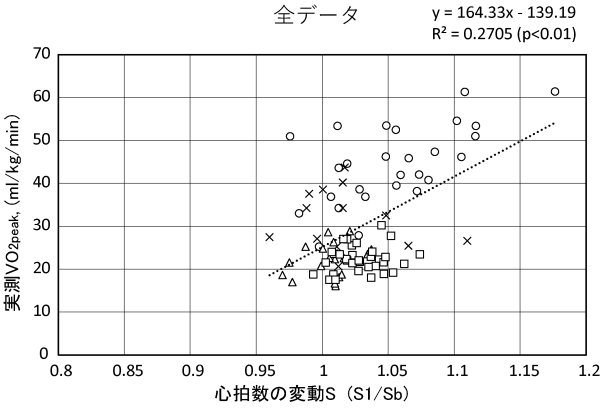


CD ：「あと15秒で～してください」
：「10秒前，９，８，・・・１，～を始めてください」

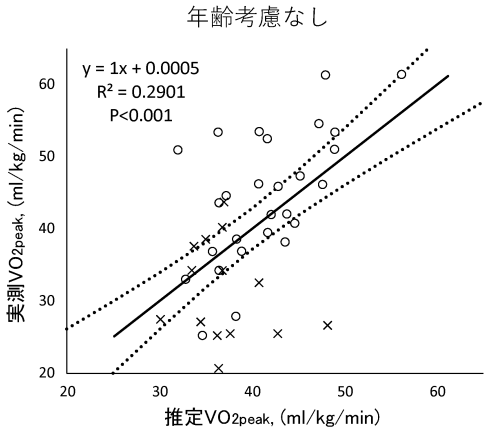
【図１１】



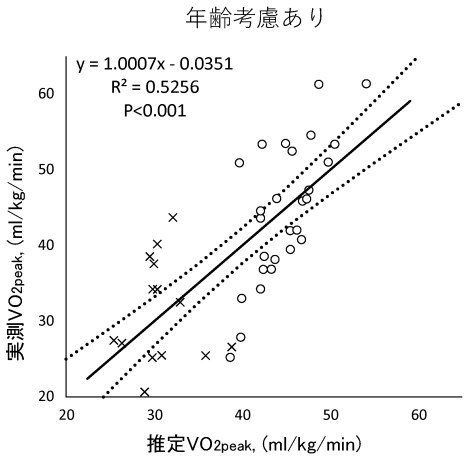
【図１２】



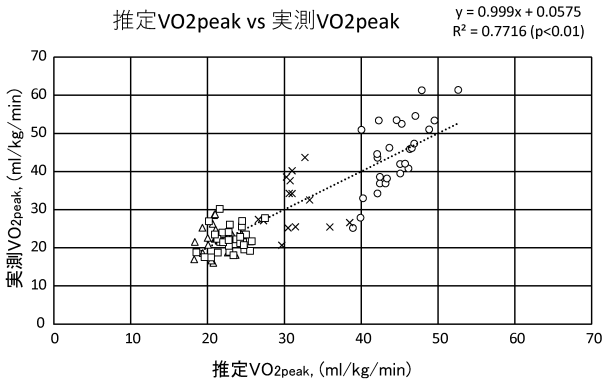
【図１３】



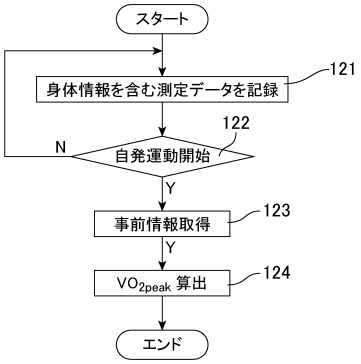
【図１４】



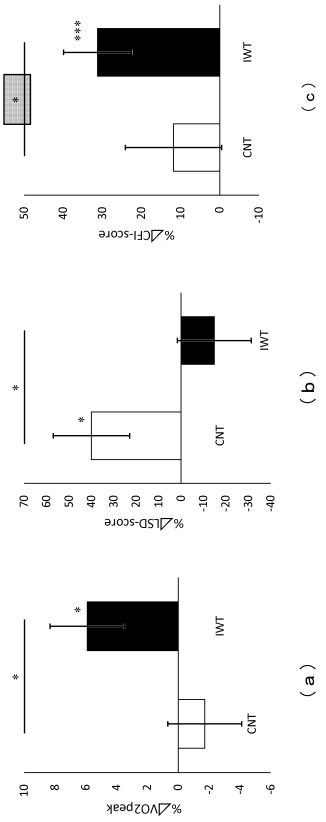
【図１５】



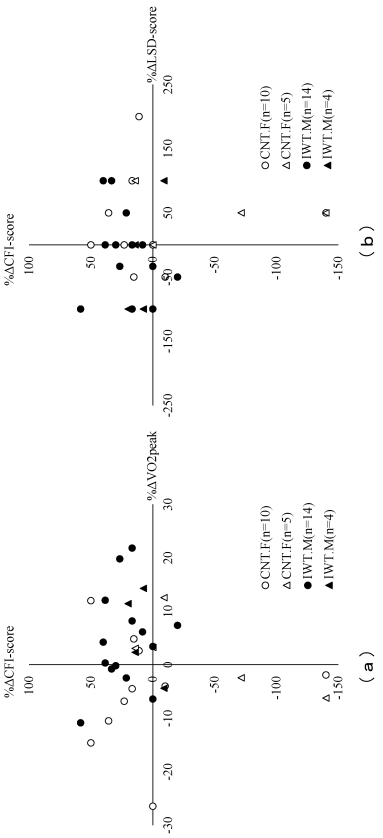
【図１６】



【図１７】



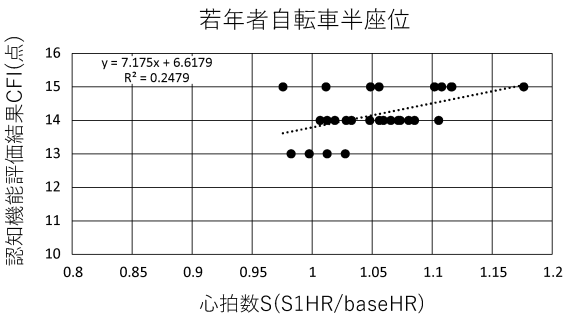
【図１８】



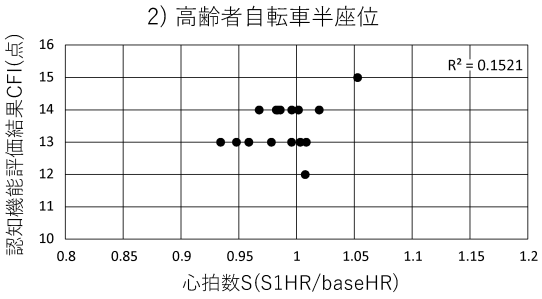
【図１９】

N (men)	95 (74)
Age,(yr)	58 ± 23
Height,(cm)	166 ± 7
Body weight,(kg)	63 ± 7
BMI,(kg·m^{-2})	22.9 ± 2.3
VO_{2peak},(ml·kg^{-1}·min^{-1})	30.6 ± 11.6

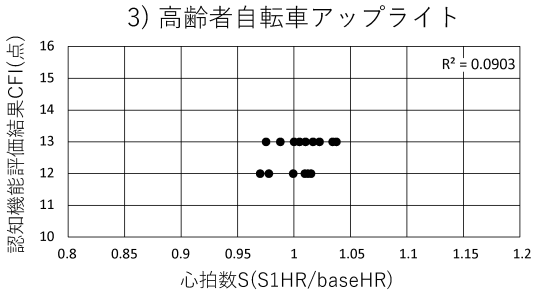
【図２０】



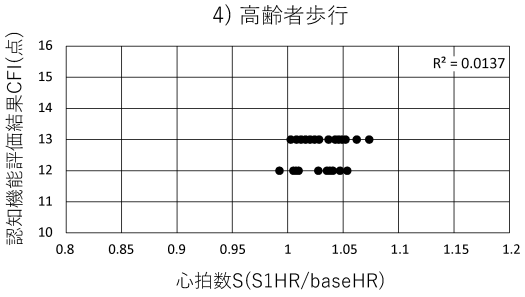
【図２１】



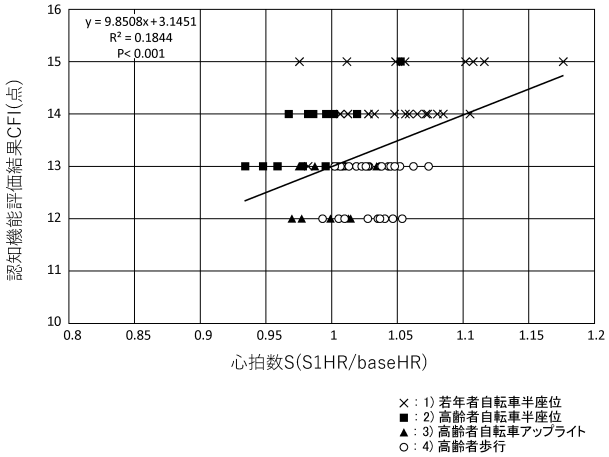
【図２２】



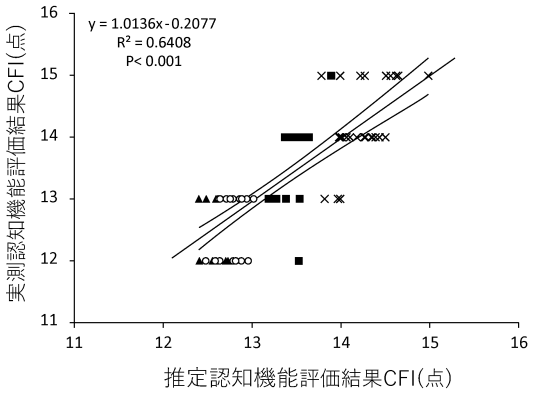
【図２３】



【図２４】



【図２５】


y = 1.0136x - 0.2077
R² = 0.6408
P< 0.001
実測認知機能評価結果CFI(点)
推定認知機能評価結果CFI(点)
16
15
14
13
12
11
11
12
13
14
15
16

フロントページの続き

Ｆターム（参考）　4C038　KK01 KL05 KX01