

明 細 書

発明の名称：嚥下訓練装置

技術分野

[0001] 本発明は、嚥下の訓練を行うための嚥下訓練装置に関する。

背景技術

[0002] 死亡原因となる肺炎の多くは、いわゆる「誤嚥」によって引き起こされる誤嚥性肺炎である。特に、高齢者における誤嚥性肺炎が深刻な問題となっている。「誤嚥」とは、適切に嚥下を発生させることができず、飲み込まれたものが食道ではなく気管に入る病態のことである。特に高齢者において、誤嚥を抑制して誤嚥性肺炎を防ぐことが、重要な課題となっている。

[0003] 誤嚥を抑制するためには、嚥下を適正に行えるように訓練することが効果的である。以下の特許文献1には、嚥下の訓練を行うためのシステムが開示されている。このシステムでは、呼吸の真ん中または真ん中近くで、被験者に対する嚥下の合図が開始され、この合図に対する被験者の反応がシステムに記憶される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2013-508063号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般に、誤嚥は、嚥下と呼吸のタイミングが適正でないために起こることが多い。したがって、嚥下の訓練においては、呼吸中の理想的なタイミングで嚥下がなされるように訓練することが効果的である。

[0006] しかし、通常、呼吸は無意識で行われるため、被験者は、訓練中に自身の呼吸動作を自覚し続けることが難しい。上記特許文献1では、被験者に対して嚥下の合図が出されるため、被験者は、嚥下のタイミングを把握できるものの、その合図に応じて行った嚥下が理想的なタイミングで行われたか否か

を訓練中に確認することが難しい。特に、高齢者においては、呼吸中のどのタイミングで嚥下を行ったかを自身の呼吸動作を自覚しながら判断することが極めて困難である。このため、嚥下の合図が出されるのみでは、嚥下の訓練を効果的に進めることができない。

[0007] 嚥下の訓練は、被験者が、呼吸中の理想的なタイミングで嚥下を行ったか否かを随時確認しながら進めることが望ましい。また、言語聴覚士等の嚥下訓練を指導または監督する者においても、被験者が呼吸中の理想的なタイミングで嚥下を行ったか否かを随時確認できることが好ましい。

[0008] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、被験者が効果的に嚥下の訓練を進めることが可能な嚥下訓練装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の主たる態様は、嚥下訓練のための嚥下訓練装置に関する。本態様に係る嚥下訓練装置は、被験者の呼吸動作を検出するための呼吸検出部と、前記呼吸検出部からの検出結果に基づいて嚥下誘導のためのトリガを前記被験者に与える嚥下誘導部と、被験者により嚥下がなされたことを検出するための嚥下検出部と、前記嚥下検出部により検出された嚥下が前記呼吸検出部により検出された呼吸動作に対して適正なタイミングであったか否かを判定する嚥下判定部と、前記嚥下判定部により判定がなされたことに応じて判定結果を示す情報を外部に出力する結果出力部と、を備える。

[0010] 本態様に係る嚥下訓練装置によれば、嚥下誘導のトリガに応じて被験者が行った嚥下が理想的であったか否かを示す情報が、嚥下の都度、外部に出力される。このため、被験者は、自身が行った嚥下が理想的なタイミングであったか否かを、嚥下訓練の際に随時、確認することができる。また、言語聴覚士等も、被験者が呼吸動作中の理想的なタイミングで嚥下を行ったか否かを随時確認できる。よって、被験者は、自ら、または言語聴覚士等の指導を受けながら、円滑かつ効果的に嚥下の訓練を進めることができる。

[0011] 本態様に係る嚥下訓練装置は、前記呼吸検出部からの検出結果に基づいて前記被験者の呼吸動作を示す情報を外部に出力する呼吸出力部をさらに備え

る構成とされ得る。この構成によれば、被験者は、自身では意識しにくい呼吸動作を呼吸出力部から出力された情報により明確に意識できる。これにより、訓練の際に、被験者は、自身の呼吸動作を明確に意識しながら、呼吸動作に対して理想的なタイミングとなるように嚥下を進めることができる。

[0012] この場合、嚥下訓練装置は、情報を表示するための表示部をさらに備え、前記呼吸出力部は、前記呼吸動作が呼息と吸息の何れにあるかを示す第1の動作情報と、呼息および吸息の進行状況を示す第2の動作情報とを、前記呼吸動作を示す情報として、前記表示部に表示させるよう構成され得る。こうすると、被験者は、表示部を参照することにより、自身の呼吸が呼息と吸息の何れにあるかを把握でき、且つ、その時々における呼息および吸息の進行状況を把握できる。これにより、被験者は、嚥下誘導部からのトリガに応じて、呼吸動作中の理想的なタイミングで円滑に嚥下を進めることができる。

[0013] この場合、前記呼吸出力部は、前記第1の動作情報および前記第2の動作情報の少なくとも一方の表示を、前記呼息の場合と前記吸息の場合とで相違させるよう構成され得る。これにより、被験者は、現時点の呼吸動作が呼息と吸息に何れにあるかをより明確に把握でき、トリガに応じてより円滑に嚥下を進めることができる。

[0014] たとえば、前記呼吸出力部は、前記第1の動作情報および前記第2の動作情報の少なくとも一方の表示の色を、前記呼息の場合と前記吸息の場合とで相違させるよう構成され得る。これにより、被験者は、現時点の呼吸動作が呼息と吸息に何れにあるかを色により直感的に把握できる。

[0015] この場合、前記呼吸出力部は、前記呼息の場合の前記表示の色を嚥下に適することを示す色（たとえば緑色）に設定し、前記吸息の場合の前記表示の色を嚥下に適しないことを示す色（たとえば赤色）に設定することが好ましい。こうすると、被験者は、色により、嚥下に適する呼吸期間であるか否かを直感的に把握でき、一層円滑に嚥下を進めることができる。

[0016] 本態様に係る嚥下訓練装置において、前記呼吸出力部は、前記第2の動作情報として、呼息の強さを第1の方向に変化する標示子で前記表示部に表示

させ、吸息の強さを前記第1の方向と反対の第2の方向に変化する標示子で前記表示部に表示させるよう構成され得る。これにより、被験者は、訓練の際に、自身の呼吸の状態を標示子の変化により明確かつ容易に把握することができる。

[0017] あるいは、前記呼吸出力部は、前記第2の動作情報として、呼息と吸息を区分する直線に呼吸の波形を重ねた画像を前記表示部に表示させるよう構成され得る。こうすると、被験者は、自身の呼吸の状態を呼吸の遷移とともに簡易に把握でき、嚥下誘導のトリガに嚥下を合わせやすくなる。

[0018] 本態様に係る嚥下訓練装置において、前記結果出力部は、嚥下適否の判定結果を、前記第1の動作情報および前記第2の動作情報とともに、前記表示部に表示させるよう構成され得る。これにより、被験者は、表示部に表示された第1の動作情報および第2の動作情報を参照して嚥下の訓練を進めながら、同時に、直前に行った嚥下のタイミングが理想的であったか否かを、表示部に表示された判定結果により確認することができる。よって、被験者は、嚥下の訓練を円滑かつ効果的に進めることができる。

[0019] この場合、嚥下訓練装置は、音を出力するための音出力部をさらに備え、前記結果出力部は、嚥下適否の判定結果を示す音を前記音出力部に出力させるよう構成され得る。これにより、被験者は、直前に行った嚥下のタイミングが理想的であったか否かを、音により、さらに明確に把握することができる。

[0020] 本態様に係る嚥下訓練装置は、前記嚥下検出部が前記嚥下を検出したことに応じて嚥下の発生を示す情報を前記表示部に表示させる嚥下出力部をさらに備える構成とされ得る。これにより、被験者は、表示部に表示された第1の動作情報および第2の動作情報を参照して自身の呼吸動作を把握しながら、呼吸動作中のどのタイミングで自身が嚥下を行ったかを確認することができる。これにより、被験者は、自身が理想的なタイミングで嚥下を行ったか否かを嚥下の都度確認でき、一層効果的に嚥下の訓練を進めることができる。

[0021] 本態様に係る嚙下訓練装置において、前記嚙下誘導部は、呼息期間前半の所定のタイミングにおいて前記トリガを前記被験者に与えるよう構成され得る。これにより、トリガに応じて被験者が行う嚙下が呼息期間中に収まりやすくなる。よって、被験者は、訓練の際に、呼吸動作に対して理想的なタイミングで嚙下を行いやすくなる。

[0022] また、前記嚙下誘導部は、呼息期間中の理想的な嚙下期間における前記第2動作情報の表示形態をその他の呼吸期間の表示形態に対して相違させることにより、前記トリガを前記被験者に与えるよう構成され得る。こうすると、被験者は、第2の動作情報から、自身の呼吸動作を把握でき、同時に、嚙下のトリガを受けることができる。

[0023] 本態様に係る嚙下訓練装置は、前記被験者の喉頭部の音を検出する音検出部を備え、前記嚙下検出部は、前記呼吸検出部により検出された呼吸情報と前記音検出部により検出された音情報とに基づいて前記嚙下を検出するよう構成され得る。このように音情報とともに呼吸情報を参照して嚙下を検出すると、被験者が嚙下を行っていないタイミングにおいて音検出部により嚙下音に類似する音が検出されたとしても、これを嚙下として誤検出することを抑制できる。よって、嚙下の検出精度を高めることができる。

[0024] この場合、嚙下訓練装置は、前記被験者の喉頭部の変位を検出する変位検出部をさらに備え、前記嚙下検出部は、前記呼吸検出部により検出された呼吸情報と、前記音検出部により検出された音情報と、前記変位検出部により検出された変位情報とに基づいて前記嚙下を検出するよう構成され得る。このように、さらに変位情報を参照して嚙下を検出することにより、嚙下の検出精度を一層高めることができる。

発明の効果

[0025] 以上のとおり、本発明によれば、被験者が効果的に嚙下の訓練を進めることが可能な嚙下訓練装置を提供することができる。

[0026] 本発明の効果ないし意義は、以下に示す実施の形態の説明により更に明らかとなろう。ただし、以下に示す実施の形態は、あくまでも、本発明を実施

化する際の一つの例示であって、本発明は、以下の実施の形態により何ら制限されるものではない。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、実施の形態に係る嚙下訓練装置の外観構成を示す図である。

[図2]図2は、実施の形態に係る嚙下訓練装置の構成を示すブロック図である。

[図3]図3（a）は、実施の形態に係る出力処理を示すフローチャートである。図3（b）は、実施の形態に係る嚙下検出処理を示すフローチャートである。

[図4]図4（a）は、実施の形態に係る判定出力処理を示すフローチャートである。図4（b）は、実施の形態に係る嚙下誘導処理を示すフローチャートである。

[図5]図5は、実施の形態に係る嚙下誘導タイミングの設定方法の説明において参照する呼吸波形の模式図である。

[図6]図6（a）、（b）は、それぞれ、実施の形態に係る嚙下誘導タイミングの他の設定方法の説明において参照する呼吸波形の模式図である。

[図7]図7（a）～（d）は、実施の形態に係る嚙下訓練の際に表示部に表示される画像の遷移を示す図である。

[図8]図8（a）～（d）は、実施の形態に係る嚙下訓練の際に表示部に表示される画像の遷移を示す図である。

[図9]図9（a）～（d）は、実施の形態に係る嚙下訓練の際に表示部に表示される画像の遷移を示す図である。

[図10]図10は、変更例1に係る嚙下訓練装置の外観構成を示す図である。

[図11]図11は、変更例1に係る嚙下訓練装置の構成を示すブロック図である。

[図12]図12は、変更例2に係る嚙下訓練装置の外観構成を示す図である。

[図13]図13は、変更例2に係る嚙下訓練装置の構成を示すブロック図である。

[図14]図14(a)、(b)は、変更例3に係る表示部に表示される画像の構成を示す図である。図14(c)、(d)は、変更例4に係る表示部に表示される画像の構成を示す図である。

[図15]図15は、変更例5に係る嚥下誘導処理を示すフローチャートである。

[図16]図16は、変更例5に係る判定出力処理を示すフローチャートである。

[図17]図17(a)～(d)は、変更例5に係る表示部に表示される画像の構成を示す図である。

[図18]図18(a)～(d)は、変更例6に係る表示部に表示される画像の構成を示す図である。

[0028] ただし、図面はもっぱら説明のためのものであって、この発明の範囲を限定するものではない。

発明を実施するための形態

[0029] 本実施の形態は、呼吸に対して理想的なタイミングで嚥下が行われるように訓練するための嚥下訓練装置に本発明を適用したものである。一般に、嚥下の直前および直後の何れか一方において吸気となされると誤嚥が生じ易い。したがって、呼吸に対する嚥下の理想的なタイミングは、嚥下の直前および直後の両方が何れも呼息期間に含まれるタイミングがある。本実施の形態に係る嚥下訓練装置は、このように直前および直後の両方が何れも呼息期間に含まれるタイミングにおいて被験者が嚥下を行えるように訓練するためのものである。

[0030] 以下、本実施の形態に係る嚥下訓練装置100について、図面を参照して説明する。

[0031] 図1は、本実施の形態に係る嚥下訓練装置100の外観構成を示す図である。

[0032] 嚥下訓練装置100は、端末装置110と、鼻カニューレ120と、検出部130とを備える。

- [0033] 端末装置 110 は、表示部 111 と入力部 112 を備えている。端末装置 110 は、被験者が容易に持ち運びできるように、小さく且つ軽量に構成されている。被験者は、表示部 111 の表示を確認しながら、入力部 112 により端末装置 110 に指示を入力する。入力部 112 は、ボタンやキー等によって構成されている。
- [0034] 鼻カニューレ 120 は、一对の筒状部材を有する装着部 121 と、装着部 121 の両端に接続されたチューブ 122 と、を備えている。装着部 121 の一对の筒状部材は被験者の鼻腔に挿入され、チューブ 122 の他端は端末装置 110 に接続されている。これにより、被験者が呼吸を行うとチューブ 122 内の空気が流動し、チューブ 122 内の空気の流動が、端末装置 110 内の圧力センサ 114（図 2 参照）により圧力として検出される。なお、被験者が口で呼吸している場合でも、鼻腔と口腔は繋がっているため、チューブ 122 内の空気が流動し圧力が変化する。
- [0035] 検出部 130 は、薄型で柔軟性のあるパッド 131 と、ケーブル 132 を備える。パッド 131 は、被験者の喉頭部に貼り付けられている。パッド 131、喉頭部の音を検出するための音センサ 131a（図 2 参照）と、喉頭部の変形に応じて舌骨の変位を圧力により検出するための変位センサ 131b（図 2 参照）とを備えている。
- [0036] 図 2 は、嚥下訓練装置 100 の構成を示すブロック図である。
- [0037] 端末装置 110 は、図 1 に示した表示部 111 と、入力部 112 とに加えて、音出力部 113 と、圧力センサ 114 と、A/D 変換部 115 と、制御部 116 と、記憶部 117 とを備える。
- [0038] 音出力部 113 は、ブザーやスピーカを備え、制御部 116 からの制御により所定の音声を外部に出力する。
- [0039] 圧力センサ 114 は、鼻カニューレ 120 のチューブ 122 から導かれた空気の流動を圧力として検出し、検出したアナログの圧力信号を A/D 変換部 115 に出力する。検出部 130 は、音センサ 131a と変位センサ 131b とを備える。音センサ 131a は、被験者の喉頭部近傍の音を検出し、

検出したアナログの音信号をA/D変換部115に出力する。変位センサ131bは、被験者の喉頭部の変形を舌骨の変位として検出し、検出したアナログの変位信号をA/D変換部115に出力する。

[0040] A/D変換部115は、圧力センサ114、音センサ131aおよび変位センサ131bからそれぞれ出力された圧力信号、音信号および変位信号を所定周期でサンプリングし、それぞれのサンプリング信号に対応するデジタルデータを制御部116に出力する。以下、圧力信号、音信号および変位信号がA/D変換されたデジタルデータを、それぞれ、圧力データ、音データおよび変位データと称する。

[0041] 制御部116は、記憶部117に格納されたプログラムに従って端末装置110の各部を制御する。制御部116は、記憶部117に格納されたプログラムによって、呼吸検出部116aと、呼吸出力部116bと、嚥下誘導部116cと、嚥下検出部116dと、判定出力部116eの機能が付与される。

[0042] 呼吸検出部116aは、A/D変換部115から入力された圧力データに対しノイズ除去等の処理を施して、被験者の呼吸動作を反映した呼吸データを取得する。呼吸データは、逐次、記憶部117に記憶される。

[0043] 呼吸出力部116bは、呼吸検出部116aにより取得された呼吸データに基づいて、現在の呼吸動作が呼息または吸息の何れに属するかを示す第1の動作情報と、呼息および吸息の進行状況を示す第2の動作情報を表示部111に表示させる。

[0044] 嚥下誘導部116cは、呼吸検出部116aにより取得された呼吸データに基づいて、呼吸動作に対する理想的な嚥下のタイミングで被験者に嚥下を促す音声（トリガ）を音出力部113に出力させる。

[0045] 嚥下検出部116dは、呼吸検出部116aにより取得された呼吸データと、A/D変換部115から入力される音データおよび変位データとに基づいて、被験者によりなされた嚥下を検出し、嚥下がなされたことを示す情報を表示部111に表示させる。

- [0046] 判定出力部 116 e は、嚥下検出部 116 d により検出された嚥下が呼吸データに基づく呼吸動作に対して理想的なタイミングであったか否かを判定する。さらに、判定出力部 116 e は、判定結果を画像として表示部 111 に表示させるとともに、判定結果を音声として音出力部 113 に出力させる。
- [0047] 図 3 (a) は、嚥下訓練装置 100 の動作時に各種情報を外部に出力するための出力処理を示すフローチャートである。
- [0048] 嚥下訓練装置 100 の動作が開始すると、呼吸出力部 116 b により、S 11、S 12 の処理が実行される。S 11 において、呼吸出力部 116 b は、呼吸検出部 116 a によって取得された呼吸データに基づいて、現時点の呼吸動作が呼気と吸気の何れに属するかを示す情報（第 1 の動作情報）を表示部 111 に表示させる。また、S 12 において、呼吸出力部 116 b は、呼吸データに基づいて、呼気および吸気の進行状況を示す情報（第 2 の動作情報）を表示部 111 に表示させる（S 12）。
- [0049] S 11 および S 12 の処理に並行して、嚥下誘導部 116 c により、S 13 の嚥下誘導処理が実行される。この処理により、呼吸動作中の所定のタイミングで、嚥下を促すトリガが被験者に付与される。嚥下誘導処理（S 13）については、追って、図 4 (b)、図 5 および図 6 (a)、(b) を参照して説明する。
- [0050] S 11 ~ S 13 の処理は、嚥下訓練装置 100 の動作が終了するまで（S 17 : YES）繰り返し実行される。その間に、嚥下検出部 116 d によって、S 14、S 15 の処理が実行される。S 14 において、嚥下検出部 116 d は、嚥下を検出したか否かを判定する。嚥下を検出すると（S 14 : YES）、嚥下検出部 116 d は、S 15 において、嚥下の発生を示す情報を表示部 111 に表示させる。嚥下検出処理（S 14）については、追って、図 3 (b) を参照して説明する。
- [0051] さらに、嚥下の検出に応じて、S 16 の判定出力処理が判定出力部 116 e によって実行される。S 16 において、判定出力部 116 e は、検出され

た嚥下の適否を判定し、判定結果を表示部 111 および音出力部 113 を介して外部に出力する。判定出力処理（S16）については、追って、図4（a）を参照して説明する。

[0052] 図3（b）は、嚥下検出処理（図4（a）のS14）を示すフローチャートである。

[0053] S21において、嚥下検出部116dは、呼吸データを参照し、被験者の呼吸が一定期間以上（たとえば、400ms以上）停止したか否かを判定する。S21の判定がYESであると、S22において、嚥下検出部116dは、S21で判定された無呼吸の期間内に嚥下音に相当する音を検出したか否かを、A/D変換部115から出力される音データに基づいて判定する。さらに、S23において、嚥下検出部116dは、S21で判定された無呼吸の期間内に嚥下の際の喉頭部の変形に相当する舌骨の変位を検出したか否かを、A/D変換部115から出力される変位データに基づいて判定する。S21～S23の判定が何れもYESの場合のみ、嚥下検出部116dは、S24において、嚥下が発生したと判定する。

[0054] 一般に、嚥下の際には呼吸が止まる。したがって、S21の判定を、嚥下発生条件に含めることにより、嚥下の検出精度を高めることができる。なお、S22では、たとえば、音データが周波数解析され、音の断続性および連続性に基づいて、音データによる音が嚥下音に相当するか否かが判定される。このように、音の断続性および連続性をパラメータとして嚥下の有無を判定することにより、嚥下の検出精度を高めることができる。なお、S23の判定は省略されてもよい。この場合、検出部130から変位センサ131bが除かれる。

[0055] 図4（a）は、判定出力処理（図3（a）のS16）を示すフローチャートである。

[0056] S31において、判定出力部116eは、嚥下前後の所定期間分の呼吸データを記憶部117から抽出する。S32において、判定出力部116eは、嚥下検出部116dにより検出された嚥下の直前および直後のタイミング

が何れも呼息期間に含まれるか否かを判定する。S 3 2 の判定が Y E S の場合、判定出力部 1 1 6 e は、S 3 3 において、当該嚙下が呼吸に対して理想的なタイミングでなされたとの判定結果を取得する。S 3 2 の判定が N O の場合、判定出力部 1 1 6 e は、S 3 4 において、当該嚙下が呼吸に対して理想的なタイミングでなされなかったとの判定結果を取得する。S 3 5 において、判定出力部 1 1 6 e は、取得した判定結果に基づく情報を表示部 1 1 1 に表示させる。さらに、S 3 6 において、判定出力部 1 1 6 e は、取得した判定結果に基づく音声を音出力部 1 1 3 に出力させる。

[0057] 図 4 (b) は、嚙下誘導処理 (図 3 (a) の S 1 3) を示すフローチャートである。

[0058] S 4 1 において、嚙下誘導部 1 1 6 c は、呼吸データを参照し、嚙下誘導のタイミングが到来したか否かを判定する。S 4 1 の判定が Y E S であると、嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 4 2 において、被験者に嚙下を促すための音声を音出力部 1 1 3 に出力させる。嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 4 3 において訓練動作の終了操作が検出されるまで S 4 1、S 4 3 の処理を繰り返す。

[0059] 嚙下の誘導タイミングを決定する場合、誘導に対して被験者が嚙下を行ってから吸息を開始するまでの時間を考慮する必要がある。すなわち、呼息期間において嚙下が誘導されたとしても、これに応じて被験者が嚙下を行ってから吸息を開始するまでの時間が短いと、嚙下と吸息とが連続し易くなり、誤嚙が生じる可能性が高まる。したがって、嚙下を誘導する場合には、嚙下から吸息開始までの時間が短くならないように、嚙下誘導のタイミングを設定する必要がある。

[0060] たとえば、呼息期間の真ん中または後半において被験者に嚙下が誘導された場合、被験者が誘導音を認識してから実際に嚙下を行うまでにインターバルが生じる。嚙下の訓練が必要な被験者においては、このインターバルが長くなり易いと考えられ、特に、被験者が高齢であるほど、このインターバルは長くなる。

[0061] このことから、嚙下誘導のタイミングは、呼息期間の前半であることが好

ましい。本実施の形態では、呼息期間前半の所定のタイミングで、音出力部 113 から誘導音が出力される。

[0062] 図5は、嚙下誘導タイミングの設定方法を説明する図である。この設定方法では、呼息期間前半の呼息がピークとなるタイミングが、嚙下誘導のタイミングに設定される。

[0063] 図5には、呼吸データに基づく呼吸波形のグラフが示されている。縦軸は圧力で、横軸は時間である。T11、T21、T31、T41、T51、T61は、呼息が開始されるタイミングである。T12、T22、T32、T42、T52、T62は、呼息がピークとなるタイミングである。 $\Delta T1 \sim \Delta T6$ は、それぞれ、呼息が開始されるタイミングと呼息がピークとなるタイミングの差分である。

[0064] 誘導タイミングの設定では、まず、呼息の開始が検出されたときに、その時点から呼息がピークとなるタイミングまでの差分の平均値 ΔT が、その時点から5回前までの差分 ΔT_n に基づいて予測される。差分 T_n は、逐次、記憶部117に記憶されていく。

[0065] たとえば、図5に示すように、呼息の開始時刻T61が取得されると、このタイミングからの差分の平均値 ΔT が、差分 $\Delta T1 \sim \Delta T5$ を平均することにより求められる。そして、呼息の開始時刻T61から平均値 ΔT だけ時間が経過したタイミングが、呼息がピークとなるタイミングと予測され、そのタイミングにおいて、嚙下を誘導するための誘導音出力される。以後、同様に、呼息の開始時刻が取得されると、その時点から5回前までの差分 ΔT_n の平均値 ΔT が経過したタイミングに誘導音出力される。こうして、呼息期間前半に嚙下誘導のタイミングに設定され、誘導音出力される。

[0066] なお、平均化の対象とされる呼息の範囲は、現時点の呼息に対し5回前までの呼息に限られず、現時点の呼息に対し10回前までの呼息等、他の範囲に設定されてもよい。 ΔT を求める方法は、平均化に限らず、他の方法が用いられてもよい。

[0067] 図6(a)、(b)は、嚙下誘導タイミングの他の設定方法を説明する図

である。

[0068] 図6(a)では、呼息の開始時点から、呼息期間P1の所定の比率 α (たとえば $1/3$)に相当する時間 ΔT_α が経過したタイミングが、嚥下誘導のタイミングに設定される。この場合も、図5の場合と同様、現時点の呼息に対し5回前までの各呼息について求めた時間 $\Delta T_\alpha n$ の平均値が、現時点の呼息に対する時間 ΔT_α として取得される。

[0069] 図6(b)では、呼息の開始時点から、呼吸期間P2の所定の比率 β (たとえば $1/8$)に相当する時間 ΔT_β が経過したタイミングが、嚥下誘導のタイミングに設定される。この場合も、図5の場合と同様、現時点の呼吸に対し5回前までの各呼吸について求めた時間 $\Delta T_\beta n$ の平均値が、現時点の呼吸に対する時間 ΔT_β として取得される。

[0070] なお、図6(a)、(b)に示すように時間 ΔT_α 、時間 ΔT_β が決定される場合には、呼息の開始から時間 ΔT_α 、 ΔT_β が経過したタイミングが、呼息期間の前半に含まれるように、比率 α 、 β が設定される。

[0071] 図5の設定方法では、呼息がピークとなるタイミングが、過去の差分 ΔT_n に基づいて予測されたが、これに代えて、呼息データに基づいて呼息のピークを検出したタイミングで、嚥下音が出力されてもよい。この他、呼息が開始した直後に、嚥下を誘導するための誘導音が出力されてもよい。

[0072] 図7(a)～図9(d)は、図3(a)の出力処理により表示部111に表示される画像の遷移を示す図である。

[0073] まず、図7(a)を参照して、表示部111に表示される画面D1の構成を説明する。

[0074] 画面D1は、呼吸動作が呼息と吸息の何れにあるかを示す領域R11、R12と、呼息と吸息の進行状況を示す領域R21、R22と、嚥下の発生および嚥下の適否を表示するための領域R31とを備える。領域R11、R12によって上述の第1の動作情報が表示される。また、領域R21、R22によって上述の第2の動作情報が表示される。

[0075] 領域R11には、呼吸動作が呼息であることを示す「OUT」の文字が表

記され、領域 R 1 2 には、呼吸動作が吸息であることを示す「I N」の文字が表示される。また、呼吸動作が呼息である場合、領域 R 1 1 の背景が嚙下に適することを示す色で表示され、呼吸動作が吸息である場合は、領域 R 1 2 の背景が嚙下に適しないことを示す色で表示される。たとえば、領域 R 1 1 の背景の表示色は緑色に設定され、領域 R 1 2 の背景の表示色は赤色に設定される。領域 R 1 1 の背景の表示色は青色でもよい。

[0076] 領域 R 2 1 には、呼吸動作が呼息である場合に、呼息の強さを表示する識別子（バーメータ B 1）が表示され、領域 R 2 2 には、呼吸動作が吸息である場合に、吸息の強さを表示する識別子（バーメータ B 2）が表示される。バーメータ B 1 は、領域 R 2 1、R 2 2 の境界から、呼息の強さに応じて右方向に段階的に延びるように表示される。また、バーメータ B 2 は、領域 R 2 1、R 2 2 の境界から、吸息の強さに応じて左方向に段階的に延びるように表示される。バーメータ B 1、B 2 は、左右方向に並ぶ複数のセグメントから構成され、各セグメントの点灯を制御することにより、バーメータ B 1、B 2 が伸び縮みする。便宜上、図 7（a）には、領域 R 2 1、R 2 2 において、セグメントが破線で示されている。

[0077] 領域 R 3 1 には、嚙下が検出された場合に、嚙下の発生を表示するためのマーク M 1 が表示される。また、領域 R 3 1 には、検出された嚙下のタイミングが呼吸に対して理想的である場合にマーク M 2 が表示され、嚙下のタイミングが理想的でない場合にマーク M 3 が表示される。

[0078] 訓練が開始されて被験者が吸息を行うと、図 7（b）に示すように、領域 R 1 2 の背景が赤色で表示され、且つ、領域 R 2 2 にバーメータ B 2 が表示される。吸息の強さに応じてバーメータ B 2 が破線矢印の方向に延びていき、吸息の強さが最大になると、図 7（c）の状態になる。その後、吸息の強さが最大から低下するに従って、図 7（d）に示すように、バーメータ B 2 が破線矢印方向に縮んでいく。

[0079] やがて、呼吸動作が吸息から呼息へと切り替わるタイミングになると、画面 D 1 は、図 8（a）の状態になる。その後、呼息が進むと、図 8（b）に

示すように、領域 R 1 1 の背景が緑色で表示され、且つ、領域 R 2 1 にバーメータ B 1 が表示される。呼息の強さに応じてバーメータ B 1 が破線矢印の方向に延びていき、呼息の強さが最大になると、図 8 (c) の状態になる。このタイミング付近で、被験者に嚥下を促すための誘導音が出力される。

[0080] 誘導音に応じて被験者が嚥下を行うと、図 8 (d) に示すように、まず、嚥下の発生を示すマーク M 1 が表示される。その後、図 4 (a) の処理により嚥下の適否が判定されると、判定結果を示すマーク M 2 が表示される。ここでは、嚥下の直前および直後の両方が呼息期間に含まれるため、嚥下のタイミングが理想的であったことを示すマーク M 2 が表示される。このとき、同時に、嚥下が理想的であったことを示す音声（第 1 音）が出力される。

[0081] 誘導音の出力から嚥下発生までの期間が長くなって、嚥下の直前および直後の一方または両方が呼息期間に含まれなかった場合、マーク M 2 に代わって、嚥下のタイミングが理想的でなかったことを示すマーク M 3 が表示される。このとき、同時に、嚥下が理想的でなかったことを示す音声（第 2 音）が出力される。

[0082] なお、マーク M 1、M 2、M 3 の表示と、誘導音および第 1 音、第 2 音の出力は、被験者が確認可能な所定時間（たとえば 1 秒程度）だけ行われる。

[0083] やがて、呼吸動作が呼息から吸息へと切り替わるタイミングになると、画面 D 1 は、図 9 (a) の状態になる。その後、吸息が進むと、図 9 (b) に示すように、再び領域 R 1 2 の背景が赤色で表示され、且つ、領域 R 2 2 にバーメータ B 2 が表示される。吸息の強さに応じてバーメータ B 2 が破線矢印の方向に延びていき、吸息の強さが最大になると、図 9 (c) の状態になる。

[0084] 被験者が誤ってこのタイミング付近で嚥下を行うと、図 9 (d) に示すように、まず、嚥下の発生を示すマーク M 1 が表示され、さらに、図 4 (a) の処理により嚥下の適否が判定される。ここでは、嚥下の直前および直後の両方が吸息期間に含まれるため、嚥下のタイミングが理想的でなかったと判定され、マーク M 3 が表示される。このとき、同時に、嚥下が理想的でなか

ったことを示す音声（第2音）が出力される。

[0085] 以後、同様に、被験者に対する嚥下の訓練が行われる。嚥下の訓練を終了させる入力となされると、図3（a）の処理が終了し、表示部111における表示が終了する。

[0086] <実施形態の効果>

本実施の形態によれば、以下の効果が奏され得る。

[0087] たとえば図8（d）に示すように、誘導音（トリガ）に応じて被験者が行った嚥下が理想的であったか否かを示す情報（マークM2、M3）が、嚥下の都度、表示部111に表示される。このため、被験者は、自身が行った嚥下が理想的なタイミングであったか否かを、嚥下訓練の際に随時、確認することができる。また、言語聴覚士等も、被験者が呼吸動作中の理想的なタイミングで嚥下を行ったか否かを随時確認できる。よって、被験者は、自ら、または言語聴覚士等の指導を受けながら、円滑かつ効果的に嚥下の訓練を進めることができる。

[0088] 図7（a）～図9（d）に示すように、被験者の呼吸動作を示す情報が、領域R11、R12および領域R21、R22に表示される。これにより、被験者は、自身では意識しにくい呼吸動作をこれらの領域に表示される情報から明確に意識できる。よって、被験者は、訓練の際に、自身の呼吸動作を明確に意識しながら、呼吸動作に対して理想的なタイミングとなるように嚥下を進めることができる。

[0089] 図7（a）～図9（d）に示すように、呼吸動作が呼息と吸息の何れにあるかを示す第1の動作情報が領域R11、R12に表示され、また、呼息および吸息の進行状況を示す第2の動作情報が領域R21、R22に表示される。これにより、被験者は、表示部111を参照することにより、自身の呼吸が呼息と吸息の何れにあるかを把握でき、且つ、その時々における呼息および吸息の進行状況を把握できる。よって、被験者は、嚥下の誘導音（トリガ）に応じて、呼吸動作中の理想的なタイミングで円滑に嚥下を進めることができる。

- [0090] 図7(a)～図9(d)を参照して説明したとおり、領域R11の背景色と領域R12の背景色が、互いに異なる色に設定される。これにより、被験者は、現時点の呼吸動作が呼息と吸息に何れにあるかを、色により直感的に把握でき、誘導音（トリガ）に応じてより円滑に、嚥下を進めることができる。
- [0091] さらに、本実施の形態では、呼息を示す領域R11の背景色が、嚥下に適することを示す色（緑色）に設定され、吸息を示す領域R12の背景色が、嚥下に適しないことを示す色（赤色）に設定されている。これにより、被験者は、色により、現時点が嚥下に適する呼吸期間であるか否かを直感的に把握でき、一層円滑に嚥下を進めることができる。
- [0092] 図7(a)～図9(d)に示すように、呼息の強さを示すバーメータB1が領域R21に表示され、吸息の強さを示すバーメータB2が領域R22に表示される。これにより、被験者は、訓練の際に、自身の呼吸の状態やリズムをバーメータB1、B2の変化により明確かつ容易に把握することができる。よって、被験者は、誘導音（トリガ）に応じて、呼息期間に収まるように、嚥下を進めることができる。
- [0093] 図9(d)に示すように、嚥下適否の判定結果を示すマークM2、M3が、領域R11、R12に表示される第1の動作情報および領域R21、R22に表示される第2の動作情報とともに、表示部111に表示される。これにより、被験者は、表示部111に表示された第1の動作情報および第2の動作情報を参照して嚥下の訓練を進めながら、同時に、直前に行った嚥下のタイミングが理想的であったか否かを、表示部111に表示されたマークM2、M3により確認することができる。よって、被験者は、嚥下の訓練を円滑かつ効果的に進めることができる。
- [0094] さらに、本実施の形態では、嚥下適否の判定結果を示す音（第1音、第2音）が出力される。これにより、被験者は、直前に行った嚥下のタイミングが理想的であったか否かを、音により、一層明確に把握することができる。
- [0095] 図8(d)に示すように、嚥下が検出されたことに応じて嚥下の発生を示

すマークM 1が表示部1 1 1に表示される。これにより、被験者は、表示部1 1 1に表示された第1の動作情報および第2の動作情報を参照して自身の呼吸動作を把握しながら、呼吸動作中のどのタイミングで自身が嚥下を行ったかを確認することができる。これにより、被験者は、自身が理想的なタイミングで嚥下を行ったか否かを嚥下の都度確認でき、一層効果的に嚥下の訓練を進めることができる。

[0096] 図5および図6(a)、(b)を参照して説明したように、呼息期間前半の所定のタイミングにおいて誘導音(トリガ)が出力される。これにより、誘導音(トリガ)に応じて被験者が行う嚥下が呼息期間中に収まりやすくなる。よって、被験者は、訓練の際に、呼吸動作に対して理想的なタイミングで嚥下を行いやすくなる。

[0097] 図3(b)に示すように、呼吸検出部1 1 6 aにより取得された呼吸データと音センサ1 3 1 aにより検出された音データとに基づいて嚥下が検出される。これにより、被験者が嚥下を行っていないタイミングにおいて音センサ1 3 1 aにより嚥下音に類似する音が検出されたとしても、これを嚥下として誤検出することを抑制できる。よって、嚥下の検出精度を高めることができる。

[0098] さらに、本実施の形態では、被験者の喉頭部の変位を検出する変位センサ1 3 1 bにより検出された変位データをも加味して嚥下が検出される。このため、嚥下の検出精度を一層高めることができる。

[0099] なお、本実施の形態では、表示(マークM 2、M 3)と音声(第1音、第2音)の両方で嚥下の適否が通知されたが、表示と音声の何れか一方で嚥下の適否が通知されてもよい。また、被験者の呼吸動作は、領域R 1 1、R 1 2における背景色の表示と領域R 2 1、R 2 2におけるバーメータB 1、B 2の表示の何れか一方で示されてもよい。さらに、嚥下の検出に応じて嚥下発生を示す音声出力されてもよい。

[0100] この他、本発明の実施形態は、以下のように種々の変更が可能である。

[0101] <変更例1>

図 10 は、変更例 1 に係る嚥下訓練装置 100 の外観構成を示す図である。

[0102] 変更例 1 では、鼻カニューレ 120 に代えて、検出バンド 140 が用いられる。検出バンド 140 は、伸縮性のベルト状部材からなっており、内部に伸縮性の歪みセンサ 140 a を備えている。歪みセンサ 140 a からの検出信号は、ケーブル 141 を介して端末装置 110 に供給される。検出バンド 140 の両端には、面ファスナー等の留め具 140 b が設けられている。検出バンド 140 は、被験者の胸部に巻かれた状態で、両端が留め具 140 b により接合されて、被験者に装着される。被験者が呼吸を行うと、呼吸に伴い歪みセンサ 140 a が伸縮し、伸縮に応じた検出信号が端末装置 110 に供給される。この検出信号に基づいて、被験者の呼吸が検出される。

[0103] 図 11 は、変更例 1 に係る嚥下訓練装置 100 の構成を示すブロック図である。

[0104] 変更例 1 では、歪みセンサ 140 a からの検出信号が A/D 変換部 115 に入力される。A/D 変換部 115 は、歪みセンサ 140 a から入力される検出信号をデジタルデータに変換する。変換されたデジタルデータは、上記実施の形態の鼻カニューレ 120 を用いた場合と同様、被験者の呼吸を反映した呼吸データとなる。こうして生成された呼吸データに基づいて上記実施の形態と同様の処理が行われ、同様の表示および音声出力がなされる。

[0105] したがって、変更例 1 においても、上記実施の形態と同様の効果が奏され得る。加えて、変更例 1 によれば、鼻カニューレ 120 に代えて検出バンド 140 が被験者に装着されるため、被験者は、嚥下訓練の際により円滑に呼吸動作を行うことができ、また、嚥下訓練の際に被験者に与えられる違和感を緩和できる。よって、被験者は、より円滑かつ快適に、嚥下訓練を行うことができる。

[0106] <変更例 2>

図 12 は、変更例 2 に係る嚥下訓練装置 100 の外観構成を示す図である。

- [0107] 変更例2では、鼻カニューレ120に代えて、サーミスタ式の呼吸検出器150が用いられる。呼吸検出器150は、検出部151とケーブル152を有する。検出部151は、2つの鼻孔にそれぞれ挿入される棒状の2つの支持部151aと、被験者の口元に延びる棒状の支持部151bを備える。2つの支持部151aの先端にそれぞれ温度センサ151c（図13参照）が設置され、支持部151bの先端にも温度センサ151d（図13参照）が設置されている。温度センサ151c、151dからの検出信号は、ケーブル152を介して端末装置110に供給される。呼吸検出器150は、鼻カニューレ120と同様に方法で、被験者に装着される。
- [0108] 被験者が呼吸を行うと、呼息と吸息に応じた検出信号が端末装置110に供給される。被験者が呼吸を行うと、呼息期間では、体内から放出される息によって、温度センサ151cまたは温度センサ151dによって検出される温度が上昇し、吸息期間では、外部から体内に取り込まれる空気により、温度センサ151cまたは温度センサ151dによって検出される温度が低下する。この温度の変化が、温度センサ151cおよび温度センサ151dからの検出信号に反映される。この検出信号に基づいて、被験者の呼吸が検出される。
- [0109] 図13は、変更例2に係る嚥下訓練装置100の構成を示すブロック図である。
- [0110] 変更例2では、温度センサ151c、151dからの検出信号がA/D変換部115に入力される。A/D変換部115は、温度センサ151c、151dから入力される検出信号をデジタルデータに変換する。変換されたデジタルデータは、上記実施の形態の鼻カニューレ120を用いた場合と同様、被験者の呼吸を反映した呼吸データとなる。変更例1では、こうして生成された呼吸データに基づいて、上記実施の形態と同様の処理が行われ、同様の表示および音声出力がなされる。したがって、変更例1においても、上記実施の形態と同様の効果が奏され得る。
- [0111] <変更例3>

上記実施の形態では、図7(a)～図9(d)に示す画面D1の表示において、領域R21、R22に表示されるバーメータB1、B2の色が同じ色に設定されたが、バーメータB1、B2の色は、領域R11、R12と同様、互いに異なる色であってもよい。

[0112] 図14(a)、(b)は、変更例3に係る表示部111に表示される画面D1の構成を示す図である。図14(a)、(b)に示すように、変更例3では、バーメータB1の色が領域R21の背景色と同じく緑色に設定され、バーメータB2の色が領域R22の背景色と同じく赤色に設定される。

[0113] 変更例3によれば、領域R11、R12の背景色のみならず、バーメータB1、B2の色も、それぞれ、緑色および赤色に設定されるため、被験者は、より明確に、自身の呼吸動作が呼息と吸息の何れにあるかを把握できる。よって、被験者は、より効果的に、呼吸に対して理想的なタイミングで嚥下を行うよう嚥下の訓練を進めることができる。

[0114] なお、このように、バーメータB1、B2の色によって呼息と吸息が示される場合は、領域R11、R12の背景色の表示を省略してもよく、あるいは、領域R11、R12の背景色を同じ色としてもよい。但し、変更例3のように、バーメータB1の色とともに領域R11、R12の背景色を呼息と吸息とで切り替えた方が、被験者は、より明確に、自身の呼吸動作を把握することができる。

[0115] <変更例4>

図14(c)、(d)は、変更例4に係る表示部111に表示される画面D1の構成を示す図である。

[0116] 変更例4では、バーメータB1、B2を構成するセグメント群の表示を調整するによって、呼吸動作における嚥下のタイミングが被験者に表示される。より詳細には、嚥下が検出されたタイミングにおいて領域R21、R22に表示されていたセグメント群のうち、領域R21、R22の境界から最も離れたセグメントが、他のセグメントと異なる色で一定期間（たとえば1秒程度）、表示され続ける。

[0117] 図14(c)では、最右端のセグメントがセグメントB11であるバーメータが領域R21に表示されたタイミングにおいて、嚙下が検出されている。現時点の呼息の状況は、現時点で領域R21に表示されているバーメータB1（セグメントB11を除く）の長さおよび移動方向で示される。図14(d)では、最左端のセグメントがセグメントB21であるバーメータが領域R21に表示されたタイミングにおいて、嚙下が検出されている。現時点の吸息の状況は、現時点で領域R22に表示されているバーメータB2（セグメントB21を除く）の長さおよび移動方向で示される。

[0118] 変更例4によれば、直前に被験者が行った嚙下のタイミングを、セグメントB11、B21の表示によって確認することができる。よって、被験者は、逐次、呼吸に対する嚙下のタイミングを明確に確認しながら、より効果的に、嚙下の訓練を進めることができる。

[0119] <変更例5>

変更例5では、呼息期間の前半と後半とで、領域R21に表示されるバーメータB1の色が変えられる。呼息期間の前半では、バーメータB1の色が緑色に設定され、呼息期間の後半では、バーメータB1の色が黄色に設定される。吸息期間は全期間において、バーメータB2の色が赤色に設定される。

[0120] 変更例5では、このようにバーメータB1、B2の色を調整することにより、被験者に嚙下のトリガが与えられる。すなわち、バーメータB1が緑色で表示されている期間（呼息期間の前半）が嚙下に最良の期間である。被験者は、バーメータB1が緑色で表示されることにより、嚙下のトリガを受け、嚙下を誘導される。バーメータB1が黄色で表示されている期間（呼息期間の後半）は嚙下後に吸息が生じるリスクがある期間であり、バーメータB2が赤色で表示されている期間（吸息期間）は嚙下に適さない期間（誤嚙のリスクが高い期間）である。

[0121] なお、変更例5では、バーメータB1の色により嚙下が誘導されるため、被験者に嚙下を誘導する誘導音は出力されない。

- [0122] 変更例 5 では、現時点の呼息に対し 5 回前までの各呼息について求めた呼息期間 P 1（図 6（a）参照）の平均値が、現時点の呼息に対する呼息期間として取得される。呼息の開始が検出されてからこの平均値の半分の期間が経過するまでの期間が呼息期間の前半に設定され、前半の終了時点から呼息が終了するまでの期間が呼息期間の後半に設定される。
- [0123] 図 1 5 は、変更例 5 に係る嚙下誘導処理を示すフローチャートである。
- [0124] S 5 1 において、嚙下誘導部 1 1 6 c は、呼吸データに基づいて、現時点の呼吸動作が呼息期間の前半に含まれるか否かを判定する。S 5 1 の判定が Y E S の場合、嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 5 2 において、バーメータ B 1 の色を緑色に設定する。S 5 1 の判定が N O の場合、嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 5 3 において、現時点の呼吸動作が呼息期間の後半に含まれるか否かを判定する。S 5 3 の判定が Y E S の場合、嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 5 4 において、バーメータ B 1 の色を黄色に設定する。S 5 3 の判定が N O の場合、嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 5 5 において、バーメータ B 2 の色を赤色に設定する。嚙下誘導部 1 1 6 c は、S 5 6 において嚙下訓練の終了操作が入力されたと判定するまで、S 5 1 ～S 5 5 の処理を繰り返す。
- [0125] 図 1 6 は、変更例 5 に係る判定出力処理を示すフローチャートである。図 1 6 のフローチャートは、図 4（a）のフローチャートの S 3 3 が S 3 7 ～S 3 9 に置き換えられている。
- [0126] S 3 2 の判定が Y E S の場合（嚙下の直前および直後の両方が呼息期間に含まれる場合）、判定出力部 1 1 6 e は、さらに S 3 7 において、嚙下の直前および直後の両方が呼息期間の前半に含まれるか否かを判定する。S 3 7 の判定が Y E S の場合、判定出力部 1 1 6 e は、S 3 8 において、当該嚙下が呼吸に対して最も理想的なタイミングでなされたとの判定結果を取得する。S 3 7 の判定が N O の場合、判定出力部 1 1 6 e は、S 3 9 において、当該嚙下が呼吸に対して理想的なタイミングでなされたとの判定結果を取得する。S 3 2 の判定が N O の場合、図 4（a）のフローチャートと同様、判定出力部 1 1 6 e は、S 3 4 において、当該嚙下が呼吸に対して理想的なタイ

ミングでなされなかったとの判定結果を取得する。S 3 5において、判定出力部 1 1 6 e は、判定結果に基づく表示を行う。

[0127] 図 1 7 (a) ~ (d) は、変更例 5 に係る表示部 1 1 1 に表示される画面 D 1 の構成を示す図である。変更例 5 では、領域 R 3 1 に、嚙下が最も理想的であることを示すマーク M 2 の他、嚙下が最も理想的ではないものの適正であることを示すマーク M 4 が含まれている。マーク M 3 は、嚙下が適正ではないことを示すマークである。

[0128] 図 1 7 (a)、(b) に示すように、呼吸動作が吸息期間にある場合、領域 R 2 2 にはバーメータ B 2 が領域 R 1 2 の背景色と同じく赤色で表示される。なお、吸息期間において被験者が嚙下を行った場合は、領域 R 3 1 にはマーク M 1 とマーク M 3 が表示される。

[0129] 図 1 7 (c) に示すように、呼吸動作が呼息期間の前半にある場合、領域 R 2 1 にはバーメータ B 1 が領域 R 1 1 の背景色と同じく緑色で表示される。このタイミングで被験者が嚙下を行うと、図 1 7 (c) に示すように、領域 R 3 1 にマーク M 1 とマーク M 2 が表示される。

[0130] 図 1 7 (d) に示すように、呼吸動作が呼息期間の後半にある場合、領域 R 2 1 にはバーメータ B 1 が領域 R 1 1 の背景色と異なる黄色で表示される。このタイミングで被験者が嚙下を行うと、図 1 7 (d) に示すように、領域 R 3 1 にマーク M 1 とマーク M 4 が表示される。

[0131] 変更例 5 によれば、呼息期間のうち嚙下を行うタイミングが最も理想的な前半の期間において、バーメータ B 1 の色が緑色に設定され、その他の呼息期間はバーメータ B 1 の色が黄色に設定される。これにより、被験者は、バーメータ B 1、B 2 (第 2 の動作情報) から、自身の呼吸動作を把握できるとともに、同時に、バーメータ B 1 の色により、嚙下のトリガを受けることができる。さらに、被験者は、マーク M 2、M 4 によって、自身の嚙下が最も理想的なタイミングでなされたか否かを把握することができる。

[0132] <変更例 6>

図 1 8 (a) ~ (d) は、変更例 6 に係る表示部 1 1 1 に表示される画面

D 1 の構成を示す図である。

[0133] 変更例 6 では、領域 R 2 1、R 2 2 が領域 R 2 3 に置き換えられている。呼吸出力部 1 1 6 b は、呼吸データに基づいて、呼息と吸息を区分する直線 L 1 に被験者の呼吸波形 B 3 を重ねた画像を領域 R 2 3 に表示させる。被験者の呼吸動作に伴って呼吸波形 B 3 が遷移する。また、嚥下検出部 1 1 6 d は、嚥下を検出したタイミングを破線で示すマーク S 1 を、呼吸波形 B 3 に重ねて表示させる。マーク S 1 もまた、被験者の呼吸動作に伴って、呼吸波形 B 3 とともに遷移する。

[0134] さらに、領域 R 3 1 には、嚥下の発生を示すマーク M 1 に代えて、嚥下を誘導するためのマーク M 5 が表示される。嚥下誘導部 1 1 6 c は、嚥下の誘導タイミングにおいて、マーク M 5 を領域 R 3 1 に表示させる。ここでは、呼息が開始されてから呼息期間の前半が終了するまでの全期間において、マーク M 5 が表示され続ける。マーク M 2 ~ M 4 は、図 1 7 (a) ~ (d) の場合と同様の処理により表示される。

[0135] 図 1 7 (c) に示すように、呼息の開始に応じてマーク M 5 が表示される。これにより、被験者に嚥下が誘導される。図 1 8 (d) に示すように、呼息期間の前半が終了すると、マーク M 5 が非表示となる。被験者が呼息期間の後半において嚥下を行うと、図 1 8 (d) に示すように、嚥下のタイミングを示すマーク S 1 が呼吸波形 B 3 に重ねて表示され、さらにマーク M 4 が領域 R 3 1 に表示される。

[0136] 変更例 6 によれば、呼吸波形 B 3 が表示されるため、被験者は、自身の呼吸の状態を呼吸の遷移とともに簡易に把握でき、嚥下誘導のトリガ（マーク M 5 の表示）に嚥下を合わせやすくなる。よって、被験者は、嚥下の訓練を円滑に進めることができる。

[0137] <他の変更例>

呼吸の検出方法を実施の形態とともに変更例 1、2 において説明したが、さらに他の方法により呼吸を検出してもよい。たとえば、被験者の呼吸音により呼吸を検出するようにしても良い。

[0138] 嚥下の誘導音は、ブザー音等の単調な音でもよく、嚥下を促す言葉を音声で出力してもよい。また、嚥下が適正であることを通知する第1音は、適正であることが直感的に分かる音声であることが好ましく、嚥下が不適正であることを通知する第2音は、不適正であることが直感的に分かる音声であることが好ましい。第1音と第2音もまた、嚥下の適否を言葉で通知する音声であってもよい。

[0139] 画面D1の内容やレイアウトは、上記のものに限られるものではない。たとえば、バーメータB1、B2に代えて、指針の回転によって呼吸の状態が表示されてもよい。また、呼息と吸息が呼息音と吸息音に類似する音声や、他の音声によって報知されてもよい。

[0140] この他、本発明の実施の形態は、特許請求の範囲に示された技術的思想の範囲内において、適宜、種々の変更が可能である。

符号の説明

- [0141] 1 0 0 … 嚥下訓練装置
 1 1 1 … 表示部
 1 1 3 … 音出力部
 1 1 4 … 圧力センサ（呼吸検出部）
 1 1 6 … 制御部
 1 1 6 a … 呼吸検出部
 1 1 6 b … 呼吸出力部
 1 1 6 c … 嚥下誘導部
 1 1 6 d … 嚥下検出部
 1 1 6 e … 判定出力部（嚥下判定部、結果出力部）
 1 2 0 … 鼻カニューレ（呼吸検出部）
 1 3 1 a … 音センサ（音検出部）
 1 3 1 b … 変位センサ（変位検出部）
 1 4 0 … 検出バンド（呼吸検出部）
 1 4 0 a … 歪みセンサ

1 5 0 … 呼吸検出器（呼吸検出部）

1 5 1 c、1 5 1 d … 温度センサ（呼吸検出部）

B 1、B 2 … バーマータ（標示子）

請求の範囲

- [請求項1] 嚔下訓練のための嚔下訓練装置において、
 被験者の呼吸動作を検出するための呼吸検出部と、
 前記呼吸検出部からの検出結果に基づいて嚔下誘導のためのトリガ
 を前記被験者に与える嚔下誘導部と、
 被験者により嚔下がなされたことを検出するための嚔下検出部と、
 前記嚔下検出部により検出された嚔下が前記呼吸検出部により検出
 された呼吸動作に対して適正なタイミングであったか否かを判定する
 嚔下判定部と、
 前記嚔下判定部により判定がなされたことに応じて判定結果を示す
 情報を外部に出力する結果出力部と、を備える、
 ことを特徴とする嚔下訓練装置。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の嚔下訓練装置において、
 前記呼吸検出部からの検出結果に基づいて前記被験者の呼吸動作を
 示す情報を外部に出力する呼吸出力部をさらに備える、
 ことを特徴とする嚔下訓練装置。
- [請求項3] 請求項 2 に記載の嚔下訓練装置において、
 情報を表示するための表示部をさらに備え、
 前記呼吸出力部は、前記呼吸動作が呼息と吸息の何れにあるかを示
 す第 1 の動作情報と、呼息および吸息の進行状況を示す第 2 の動作情
 報とを、前記呼吸動作を示す情報として、前記表示部に表示させる、
 ことを特徴とする嚔下訓練装置。
- [請求項4] 請求項 3 に記載の嚔下訓練装置において、
 前記呼吸出力部は、前記第 1 の動作情報および前記第 2 の動作情報
 の少なくとも一方の表示を、前記呼息の場合と前記吸息の場合とで相

違させる、
ことを特徴とする嚙下訓練装置。

[請求項5] 請求項4に記載の嚙下訓練装置において、
前記呼吸出力部は、前記第1の動作情報および前記第2の動作情報の少なくとも一方の表示の色を、前記呼息の場合と前記吸息の場合とで相違させる、
ことを特徴とする嚙下訓練装置。

[請求項6] 請求項5に記載の嚙下訓練装置において、
前記呼吸出力部は、前記呼息の場合の前記表示の色を緑色に設定し、前記吸息の場合の前記表示の色を赤色に設定する、
ことを特徴とする嚙下訓練装置。

[請求項7] 請求項3ないし6の何れか一項に記載の嚙下訓練装置において、
前記呼吸出力部は、前記第2の動作情報として、呼息の強さを第1の方向に変化する標示子で前記表示部に表示させ、吸息の強さを前記第1の方向と反対の第2の方向に変化する標示子で前記表示部に表示させる、
ことを特徴とする嚙下訓練装置。

[請求項8] 請求項3ないし6の何れか一項に記載の嚙下訓練装置において、
前記呼吸出力部は、前記第2の動作情報として、呼息と吸息を区分する直線に呼吸の波形を重ねた画像を前記表示部に表示させる、
ことを特徴とする嚙下訓練装置。

[請求項9] 請求項3ないし8の何れか一項に記載の嚙下訓練装置において、
前記結果出力部は、嚙下適否の判定結果を、前記第1の動作情報お

よび前記第 2 の動作情報とともに、前記表示部に表示させる、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。

[請求項10] 請求項 9 に記載の嚥下訓練装置において、
音を出力するための音出力部をさらに備え、
前記結果出力部は、嚥下適否の判定結果を示す音を前記音出力部に
出力させる、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。

[請求項11] 請求項 3 ないし 10 の何れか一項に記載の嚥下訓練装置において、
前記嚥下検出部が前記嚥下を検出したことに応じて嚥下の発生を示
す情報を前記表示部に表示させる嚥下出力部をさらに備える、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。

[請求項12] 請求項 1 ないし 11 の何れか一項に記載の嚥下訓練装置において、
前記嚥下誘導部は、呼吸期間前半の所定のタイミングにおいて前記
トリガを前記被験者に与える、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。

[請求項13] 請求項 3 ないし 11 の何れか一項に記載の嚥下訓練装置において、
前記嚥下誘導部は、呼吸期間中の理想的な嚥下期間における前記第
2 の動作情報の表示形態をその他の呼吸期間の表示形態に対して相違
させることにより、前記トリガを前記被験者に与える、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。

[請求項14] 請求項 1 ないし 13 の何れか一項に記載の嚥下訓練装置において、
前記被験者の喉頭部の音を検出する音検出部を備え、
前記嚥下検出部は、前記呼吸検出部により検出された呼吸情報と前

記音検出部により検出された音情報とに基づいて前記嚥下を検出する、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。

[請求項15] 請求項14に記載の嚥下訓練装置において、
前記被験者の喉頭部の変位を検出する変位検出部をさらに備え、
前記嚥下検出部は、前記呼吸検出部により検出された呼吸情報と、
前記音検出部により検出された音情報と、前記変位検出部により検出
された変位情報とに基づいて前記嚥下を検出する、
ことを特徴とする嚥下訓練装置。