

高齢者および低体力者のための椅座位運動プログラムの開発

福田 理香, 松浦 亜紀子*

*メディカルフィットネス e-エクササイズ代表, 健康運動指導士

Development of sitting exercise program for the elderly people and physically weak people

Rika FUKUDA, Akiko MATSUURA

Abstract

The purpose of this study is to make a sitting exercise program, which is based on the basic movements of human in a standing position.

The points of making this exercise program are as follows :

1. Safety comes first, and the exercise intensity is lower than 3 Mets
2. Adopting movements of the three-dimensional diagonal spiral, which is the basic movement pattern in standing position.
3. Relating the sitting exercise program to the improvement of walking movement in the future.

The first half is the dynamic stretch named "e-dynamic ROM", which is designed to improve range of movement. The next part, the second half is an aerobic exercise named "e-bics" consists of a dynamic and diagonal spiral movements.

This sitting exercise program was named "e-exercise".

I. 緒言

我が国は2007年に超高齢化社会に入り、その後も高齢化率は上昇し続けて2013年3月には24.6%を記録している⁹⁾。それに伴って、糖尿病をはじめとする内分泌、栄養および代謝疾患、さらには骨格筋系および結合組織の疾患などいわゆる運動器疾患の患者数の増加が報告されている。この運動器の障害によって、「介護が必要な状態になっていたり、そうなるリスクが高くなっていたりする状態」を表す新しい言葉として、2007年に「ロコモティブシンドローム: locomotive syndrome (以下「ロコモ」)」が提唱された。

高齢者の要支援および要介護者数は、2008年度末で450万人を超え、増加の一途をたどっている。高齢者が要支援・介護になる原因の4位が関節疾患(11.0%)、5位が骨折・転倒(10.3%)で、これら2つを合わせると1位の脳血管疾患(脳卒中)(21.4%)にほぼ匹敵し⁷⁾、運動器疾患がいかに高齢者の生活の質(Quality of life: QOL)を低下させているのかが明らかである。したがって、高齢者の日常生活機能の維持、健康寿命の延伸、医療費の抑制のためには、メタボリックシンドローム対策と同様、ロコモ対策も重要な課題であると考えられている。

ロコモは、運動器の障害あるいは下肢の筋力やバランス機能の低下など、複数の原因が重なり合って移動能力を低下させる問題であるため、運動を行うことがその予防および改善の重要な対策の1つとなる。しかし、運動器の問題であるがゆえに運動制限を伴うものが多く、運動形態、種目など、実施上考慮すべき点が多い。

複数個所の障害をもっている可能性が高い高齢者および低体力者を対象とした健康づくりプログ

ラムの1つとして、椅坐位運動が用いられている。下肢への負担が少なく、転倒の危険性が少ないという利点があるためである。また、呼吸循環機能の向上や下肢最大筋力の改善等、その他の効果も報告され^{4,8)}、運動療法の有効なプログラムとして認められている。このように椅坐位運動の目的の一つに、疾患や障害の予防・改善が挙げられるが、その先には生活の質の向上、つまり自力での立位による日常生活の成就を目標においた運動プログラムを検討する必要がある。椅坐位という姿勢での動きは様々な制約があるが、ヒトの動作は複雑であり、立位での日常生活動作で必要とされる体の使い方を獲得できる工夫が必要であると考えられる。

そこで本研究の目的は、ヒトの立位での基本動作パターンを考慮に入れた、椅坐位の低強度運動プログラムを開発することである。

なお、“e-エクササイズ[®]”は、「体にいい!」「心にいい!」「機能改善にいい!」「いい加減(良い加減)でいい!」そして「楽しい!」運動プログラム、十人十色、周りとは比べずに自分自身の良い加減で、いい運動をしてもらいたい=幸せに生きてもらいたい、との願いから名づけた。

Ⅱ. 高齢者・低体力者のための椅坐位運動プログラム「e-エクササイズ[®]」の開発

1. 「e-エクササイズ[®]」の開発にあたってのポイント

「e-エクササイズ[®]」の開発においては、以下の点に留意した。

- ①高齢者および低体力者が、安全に実施できることを第1の目標として、プログラム全体の運動強度を3METs以下になるように設定した。
- ②「歩行動作」を構成する基本の動きを取り入れ、椅坐位の運動でありながら常に歩行動作の改善を視野に入れたプログラム構成とした。
- ③前半はウォーミングアップをかねて関節可動域を広げることを目的とした動きづくりであるダイナミック・ストレッチ(e-ダイナミックROM)のパートとした。また、後半はe-ダイナミックROMの動きをもとに下肢と上肢が連動したダイナミックでかつ対角螺旋の動きを多く取り入れ、有酸素能力の向上を目的としたパート(e-ビクス)とした。

2. 「e-エクササイズ[®]」の構成

(1) 前半部分(ダイナミック・ストレッチ:e-ダイナミックROM)

1) 「e-ダイナミックROM」全体の目的および特徴

ウォーミングアップをかねて全身の大きな関節(足関節、膝関節、股関節、手関節、肘関節、肩関節、骨盤帯と脊柱)を中心とした、スタティックおよびダイナミックに筋を収縮させるストレッチ運動で構成している。単関節の動きから多関節の連動した動きにつなげ、ヒトの基本的な動作パターンである対角螺旋の動きづくりに発展させている。可動性のある全身の関節を末梢から徐々にほぐし、全身の関節可動域を広げ、その後のメインパートの有酸素運動へスムーズに移行することを目的とする。

e-エクササイズ[®]考案者、あるいは同意が得られた高齢者および低体力者に、医師の監視下で実際に動いてもらい、その最中の代謝ガス、心拍数、血圧のデータを測定した。そのデータをもとに全体的な流れを考慮に入れたうえで、運動強度がベルカーブを描くように、改良→測定→改良を数回繰り返して最終決定した。なお、本研究は活水女子大学に所属する倫理委員会の承認を受けた。

実際の指導の際には、ゆっくりとしたBGMをかけ、対象者に合わせてゆっくりとしたテンポで、各動きを3~4回繰り返し行う。

2) 「e-ダイナミックROM」を構成する各動きの目的および指導の主なポイント

e-ダイナミックROM(図1)の各動きの目的および指導の主なポイントは、次のとおりである。

【①, ②:呼吸】

呼吸を意識的にコントロールして行うことにより、体幹の天然コルセット力（腹圧）を高め、脊柱の伸展や体幹の安定、胸郭のROMの向上を狙いとする。

①腹式呼吸（図1-①）：両手をお腹におき、鼻から息を吸い込んで、お腹全体を広げるようなイメージで膨らませる。お腹の内側が意識できるまで口から息を吐き切る。

②胸式呼吸（図1-②）：胸に手をおき、胸を内側から大きく広げるように意識する。

【③：指先グーパー（手関節のほぐし）】（図1-③）

末梢を動かすことによって、血圧の安定と神経-筋の促通を促す。てのひら、手指を意識しながらグーパーの動きをゆっくり繰り返す。次に親指から一本一本両手の指を折っていく。手指、手、肘、肩関節の連動した動きにつなげる。

【④：手関節のほぐし】（図1-④）

両手の指を組み、手関節をゆっくり、左右差も意識しながら丁寧にまわす。

【⑤～⑯：下肢関節】

下肢の各関節の可動域を高め、歩行動作につながる動きの効果を引き出す。また、下腿筋群の活動に伴う静脈還流の促進により、浮腫の予防と改善を目指す。

⑤足首ほぐし（図1-⑤）：足関節の柔軟性改善。つま先(a)、踵(b)の拳上の繰り返しを行う。踵拳上の際は、母指球と小指球で床をしっかり押す。

⑥足先グーパー（足指のほぐし）（図1-⑥）：立位の際に体重を支え、荷重を分散させる役割を担う足指一本一本、足の裏を意識させ、グー(a)、パー(b)の動きを繰り返す。

⑦足首上下・回し（足関節のほぐし）（図1-⑦）：両手で片脚を抱え、つま先を下(a)と上(b)にゆっくり伸ばす。さらに、つま先を外と内にゆっくりと回しながら(c)足首をほぐす。

⑧膝のマッサージ：（図1-⑧）膝の周囲を軽擦する。膝関節に意識を向け、異常がないか自分で確かめる。その後の動きを安全にスムーズに行うことを目的とする。

⑨膝の曲げ伸ばし（膝関節のほぐし）（図1-⑨）：両手で膝の裏を抱え（タオル適宜使用）、膝関節の曲げ(a)、伸ばし(b)を行い、可動性を高める。拘縮しやすい膝裏を刺激することで、この後に続く歩行動作につながるプログラムの効果を引き出す。脚を持つことで骨盤をおこすことを意識させるとともに、脊柱の伸展位を引き出す。

⑩股関節のほぐし（股関節周りと殿部）（図1-⑩）：両手で膝の裏を抱え（タオル適宜使用）、ゆっくり胸の方に引き寄せる(a)。股関節をゆっくり回して(b)、ほぐしていく。膝を斜め内側に引き寄せて、お尻を伸ばす(c)。

⑪大腿の裏伸ばし（図1-⑪）：椅子に浅く座る。片脚を伸ばしつま先をあげる。背中を伸ばし、ひらがなの「く」の字を描くイメージで息を吐きながら上体を前屈する。

⑫大腿の前伸ばし（図1-⑫）：足の甲をもち（タオル適宜使用）、大腿前面をストレッチする。体幹が弱い方は、とくに体位変換や体重の支持など確認しながらの実施を心がける。

⑬足の付け根伸ばし（図1-⑬）：おへそを体の中に引きこむように腰を丸め(a)、その後腰を立てる(b)。これらの動きをダイナミックに繰り返し、骨盤の後傾(a)、前傾(b)を引き出す。

⑭歩行準備運動（図1-⑭）：バランスが崩れないように体を安定させる(a)。膝を前に引き上げた後、後ろに蹴る(c)。この動きを繰り返し、歩行動作を意識した機能的な動きにつなげる。

⑮股関節開き（図1-⑮）：つま先と膝が同じ方向を向くように股関節を開く。両手で膝を押し広げ、さらに上体を前傾させながら大腿内転筋をストレッチする。

⑯股関節ほぐし（図1-⑯）：両踵をつけ、膝とつま先を同じ方向にして股関節を開き(a)、次に大腿部内側を絞る内腿・膝をつける(b)。最大限に股関節を外側に広げる(c)。この3つの動きをテンポよく行い、歩行につながる動きづくり、すなわち股関節の内転・外転を意識した動きを行う。また、コアを意識した動作に誘導して体幹の安定を図り、日常生活

に生かせる身体の使い方に気づかせる。

《上肢帯および体幹》

脊柱（体幹）の動きは日常的に少ないが、姿勢保持や呼吸動作で、緊張・疲労しやすくなっている。意識的に動かし、可動域を広げることを目的とする。

【⑰～⑳：骨盤と脊柱の連動性の改善】

脊柱の生理的湾曲を引き出すことを目的とする。体の軸を意識しながら実施し、体幹を基にした日常動作の改善につなげる。

⑰体幹のほぐし（骨盤の前傾と後傾）（図1-⑰）：お尻で椅子をおすように少しずつ骨盤を後ろへ傾け背中を丸めていく(a)。次にお尻を後ろに引き、足の付け根をしめるようにしながら胸を天井に向け、骨盤を前へ傾けていく。この動作を繰り返し行う。

⑱骨盤左右傾斜（図1-⑱）：左右の坐骨を交互に座面から浮かすように動かす(a)(b)。骨盤や腰回りの筋肉をほぐすように意識する。

⑲脊柱のほぐし（左右運動）（図1-⑲）：体の軸を意識する。右と左、交互にゆっくりと体をしならせるように上体を動かす。

⑳脊柱のほぐし（回旋運動）（図1-⑳）：頭的位置を変えずに体の軸を意識しながら左右に捻る。

㉑胸部と脊柱のほぐし（図1-㉑）：胸を両手ではさみ息を吸いながら胸の広がり意識する(a)。息を吐きながら背中を丸めていく(b)。

㉒肩の準備運動（図1-㉒）：肩の付け根の奥を意識する。痛みや違和感がないか確かめながら内側・外側に捻る。

㉓両わき広げ（呼吸筋1）（図1-㉓）：肩の痛みや違和感がないか確認しながら両肘をゆっくり広げ(a)、閉じる(b)。動きと呼吸を合わせる。

㉔肘上げ（呼吸筋2）（図1-㉔）：肘を曲げ、ゆっくりと肘から腕を持ち上げる。肋骨を広げるように意識しながら息を吸う(a)。わき腹を縮めるように意識しながら息を吐きゆっくりと肘を下げる(b)。これらの動きをダイナミックに繰り返す。

㉕胸郭広げ（呼吸筋3）（図1-㉕）：肩から肘までぴったりと体に寄せる(a)。両のてのひらを上に向け、ゆっくりと息を吸いながら左右に広げる(b)。

【㉖～㉘：肩甲骨と脊柱の動きの連動性の改善】

肩甲帯の滑らかな動きと可動域の拡大を狙う。さらに脊柱の動きと連動した動きづくりをおこない、上肢帯を中心とした日常生活動作および機能改善につなげる。

㉖肩甲骨の上げ下げ（図1-㉖）：体の軸を整え肩甲骨やその周りの筋肉を意識しながら、ゆっくり肩の上下運動を行う。肩を下げるときに息を吐く。

㉗肩甲骨の内側・外側の動き（図1-㉗）：肩甲骨を内側に寄せるように両手を広げる(a)。息を吐きながら背中を伸ばし、手の甲を合わせる(b)。

㉘肩回し（図1-㉘）：手を肩におき、腕の付け根を意識しながら、肘で円を描くイメージで肩まわしを行う。肩周りの筋肉をほぐし、血行、コリや張りの改善につなげる。

㉙片側肩回し（図1-㉙）：㉘と同じように片側で同じような動きを繰り返す。

㉚胸・背中ほぐし（図-㉚）：肘を後ろに引き脇を閉めて肩甲骨を寄せる(a)。てのひらを前にして、両腕をゆっくり押し出す(b)。胸の動きと呼吸を合わせる。

㉛体側伸ばし（図-㉛）：片手をまっすぐ上にあげ体側を意識しながら伸ばす(a)。上体を側屈させ、さらに体側を伸ばす(b)。

㉜体側と背中・腰伸ばし（図-㉜）：わきを閉めて肘を下に引く(a)。その腕を斜め上にゆっくり伸ばす(b)。(a)(b)の動きを繰り返す。

㉝胸伸ばし-I（図-㉝）：腕を斜め下方に伸ばす(a)。体の中心を軸にして、腕を内側に捻

りながら斜め前方に伸ばし、胸を閉じる(b)。肩甲骨周り、胸の筋肉を意識する。

- ③④胸伸ばし－Ⅱ（図－③④）：③③のバリエーション。片腕を外に捻りながら、真横に開く(a)。内側に捻りながら胸を閉じる(b)。
- ③⑤胸伸ばし－Ⅲ（図－③⑤）：③③のバリエーション。片腕を外に捻りながら、斜め上方に開く(a)。内側にひねりながら胸を閉じる(b)。
- ③⑥胸伸ばし－Ⅳ（図－③⑥）：両腕を外側に捻りながら対角に広げる(a)。手の甲をつけるように腕を内側に捻ると同時に、骨盤を後傾させ背中を丸める(b)。
- ③⑦全身のほぐし－Ⅰ（図－③⑦）：胸を広げるように両手を外側に捻りながら後方に伸ばす。このとき、踵をあげ上体の前面を意識して伸ばす(a)。背中を丸めながら両腕を前で交差する。このとき、つま先をあげ上体の後面を意識して伸ばす(b)。上肢の螺旋運動と脊柱の屈曲・伸展運動、さらには骨盤の前・後傾の動きを滑らかにダイナミックに行う。
- ③⑧全身のほぐし－Ⅱ（図－③⑧）：③⑦のバリエーション。上体の前面を意識して、両手を対角上方に伸ばす(a)。背中を丸めながら両腕を前で交差する(b)。
- ③⑨深呼吸（図－③⑨）：気持ちよくからだを伸ばす。

(2) 後半部分（有酸素運動：e-ビクス）

心肺持久力・筋持久力を高め、疲れにくい体づくりをするパートである。100～120BPMの音楽を用い、主としてハーフテンポで動く。前半のe-ダイナミックROMで用いた動きを基本に、上肢と下肢が連動した全身性の動きを椅座位足踏みでつなぎ合わせた構成になっている。また、筋機能の低下しやすい筋群をターゲットに、動的な低負荷でのレジスタンストレーニングの要素を取り入れることで機能維持を図る。

1) アップ

以下の下肢中心の動きで構成されている。これらの下肢の動きに上肢の動きを合わせることで運動強度を調節し、徐々に心拍数を上げる。

- ①つま先上げ（図1－⑤(a)）
- ②かかと上げ（図1－⑤(b)）
- ③膝上げ、膝伸ばし：膝関節の曲げ伸ばし運動、図1－⑨のバリエーション。
- ④足踏み：椅座位での足踏み、動きを大きくすると図1－⑱のような骨盤の左右傾斜の動きを伴う。
- ⑤サイドステップ：エアロビクダンスのサイドステップと同様の脚の動きを椅座位で実施。重心の左右移動を伴う。
- ⑥両脚開脚：図1－⑮のバリエーション。

2) メイン

さまざまな筋群を無理なく使いながら心拍数を一定に保ち、有酸素運動の効果を上げる。骨盤の運動と上肢・下肢を連動させた動きで構成されている。

〈骨盤運動から導入〉骨盤左右拳上運動（図1－⑱）からの発展

- ⑦交互に左右のお尻上げ（図1－⑱）
- ⑧その場でお尻歩き：⑦をテンポよく行う。
- ⑨お尻で歩きながら後方に移動：⑧の動きで椅子上を後方に移動する。
- ⑩お尻で歩きながら前方に移動：⑧の動きで椅子上を前方に移動する。

〈上肢・下肢の連動した動き〉

- ⑪膝伸ばし（図1－⑨）＋上肢の動き
- ⑫サイドステップ＋上肢の動き
- ⑬両脚開脚（図1－⑮）＋上肢の動き

3) ダウン

動的な低強度のレジスタンス運動の要素を取り入れながら、心拍数を徐々に下げる。

- ⑭膝の引き上げ：ニーアップ（腸腰筋）
- ⑮体幹の重心移動：ローイング（腰背部筋群）
- ⑯立ち上がり動作：スクワット（下肢筋群）
- ⑰膝の引き上げ：クランチ（腹筋群）
- ⑱膝伸ばし：ニーエクステンション（大腿四頭筋）

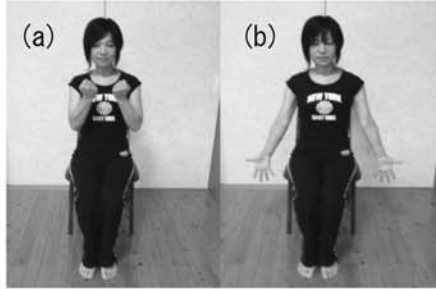
①腹式呼吸



②胸式呼吸



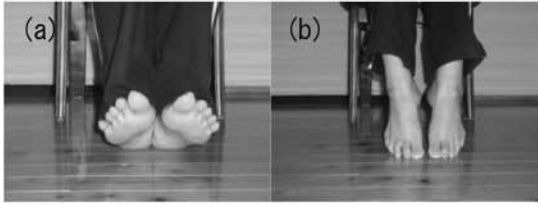
③手指末梢から肩関節への連動



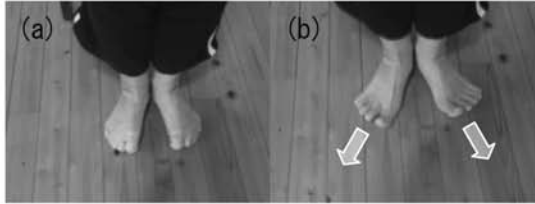
④手関節のほぐし



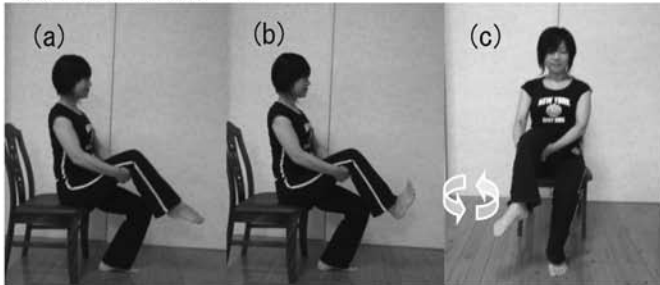
⑤足関節のほぐし - I



⑥足趾のほぐし



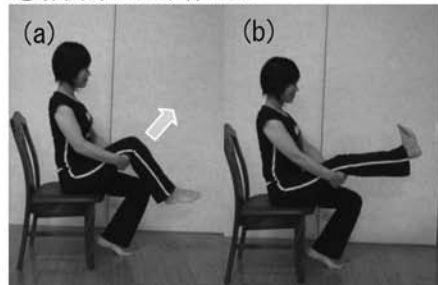
⑦足関節のほぐし - II



⑧膝関節の軽擦



⑨膝関節の曲げ伸ばし



⑩股関節のほぐし



⑪ 殿部、下肢後面のストレッチ



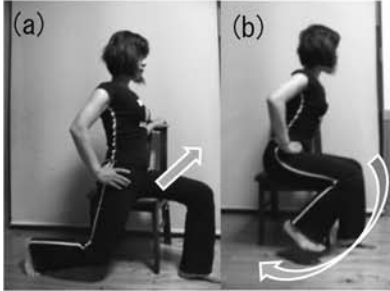
⑫ 大腿前面のストレッチ



⑬ 骨盤の前傾・後傾運動



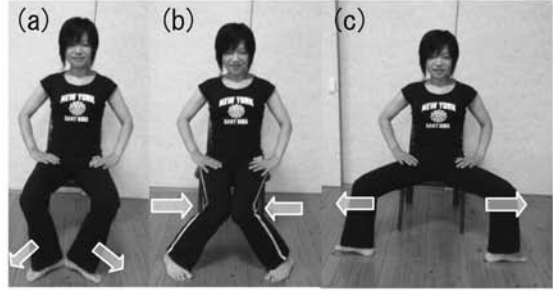
⑭ 歩行準備運動



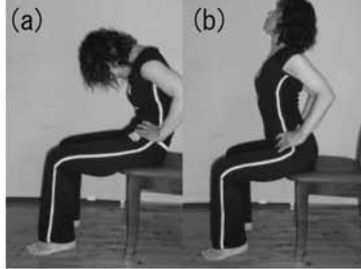
⑮ 股関節開き



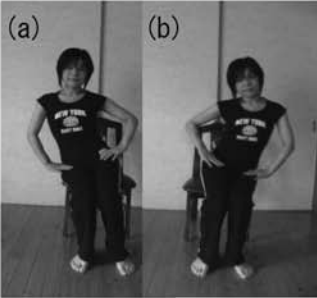
⑯ 股関節ほぐし



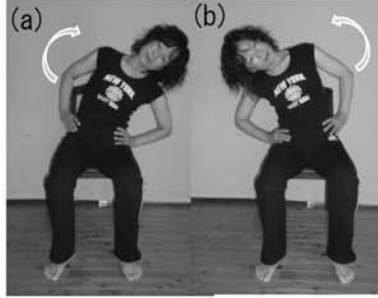
⑰ 体幹のほぐし (骨盤の前傾と後傾)



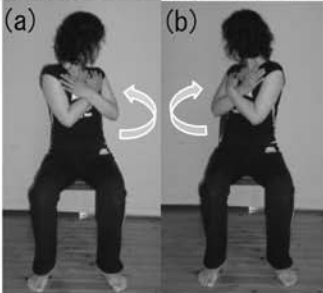
⑱ 骨盤左右傾斜



⑲ 脊柱のほぐし (左右運動)



⑳ 脊柱のほぐし (回旋運動)



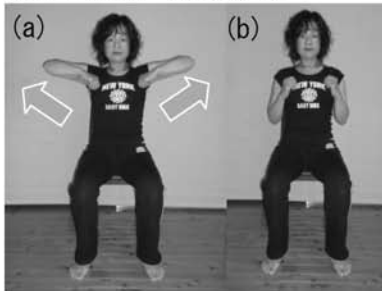
㉑ 胸部と脊柱のほぐし



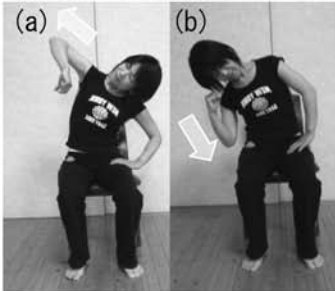
㉒ 肩の準備運動



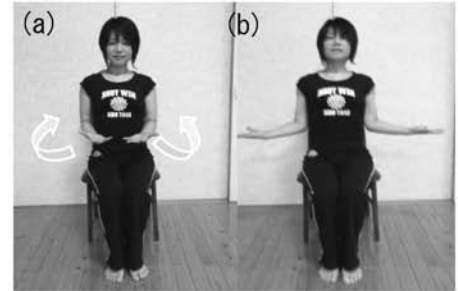
㉓ 両わき広げ (呼吸筋 1)



㉔ 肘上げ (呼吸筋 2)



㉕ 胸郭広げ (呼吸筋 3)



②⑥ 肩甲骨の上げ
下げ



②⑦ 肩甲骨と脊柱の連動 - I



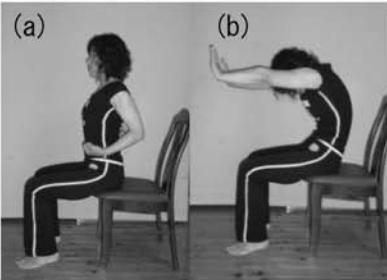
②⑧ 肩回し



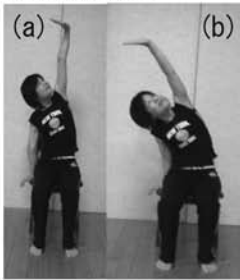
②⑨ 片側肩回し



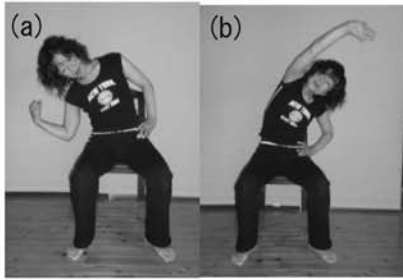
③⑩ 胸・背中のほぐし



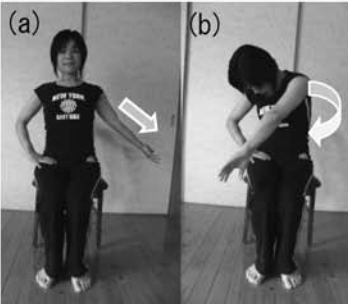
③⑪ 体側伸ばし



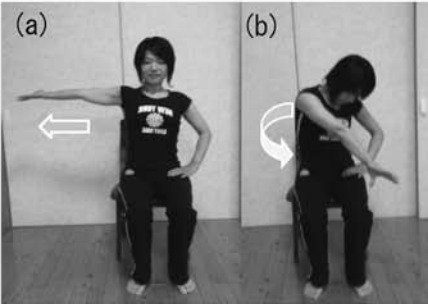
③⑫ 体側・背中・腰伸ばし



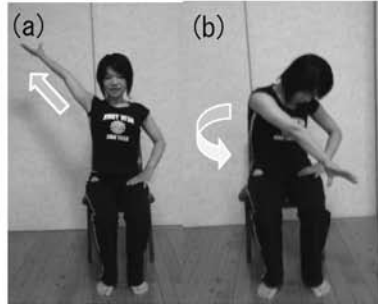
③⑬ 胸伸ばし - I



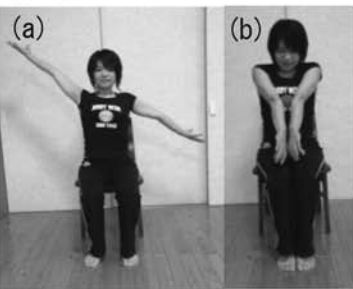
③⑭ 胸伸ばし - II



③⑮ 胸伸ばし - III



③⑯ 胸伸ばし - IV



③⑰ 全身のほぐし - I



③⑱ 全身のほぐし - II



③⑲ 深呼吸



図1. e-ダイナミックROMの実際

3. e-エクササイズ[®]の生理学的特性

動きの配列は前述したように、全体的な流れを考慮に入れたうえで、生理学的応答を確認しながら運動強度がベルカーブを描くように決定した。ここでは、e-エクササイズ[®]の考案者が完成形の動きを行っている最中の代謝ガス、心拍数、血圧のデータを測定した結果について提示する。実際に高齢者や低体力者に指導する際は、対象者に合わせてテンポや反復回数を調節するため、運動時間も運動強度も異なる。多くの対象者について測定を実施する必要性も考えられるが、現時点では研究の限界である。

(1) 測定項目および測定方法

1) 被験者：e-エクササイズ[®]を考案した健康運動指導者、45歳女性、1名。

2) 測定項目および方法

3分間の椅坐位安静後、e-エクササイズ[®]（e-ダイナミックROM 約18分、e-ビクス 約15分）を行った。その間、以下の項目を測定した。

①代謝ガス

代謝ガス分析装置（MINATO, Aero monitor 300S）を用いて15秒間隔で測定し、1分間の平均を算出した。その後、安静時の酸素摂取量を基に、運動強度（Mets）を算出した。

②心拍数

Polarスポーツ心拍計（キャノントレーディング社製、S60li）を用いて、心拍数を5秒間隔で測定し、1分間の平均を算出した。

③血圧

運動時自動血圧計（Colin STBP-780）を用いて、1分ごとに測定した。ノイズが入らないように、ゴムチューブを両面テープで被験者の腕に密着させたうえで、補助者が遊びの部分を持続した。

④ダブルプロダクト

心拍数（拍/分）と収縮期血圧（mmHg）の積でダブルプロダクトを求めた。

(2) 結果

e-エクササイズ中の運動強度（Mets）、心拍数、血圧、ダブルプロダクトの変化について図2に示した。

1) Mets（図2-A）

3 Mets以下になるようにプログラムを構成し、実際に全体を通して3 Mets以下であったことを確認した。e-ダイナミックROMは平均して1.5Metsの低強度であったが、約7分目、すなわち大腿前面のストレッチ（図1-⑫）から骨盤の前傾・後傾運動（図1-⑬）にかけて徐々に上昇し、最高2.0Metsを記録した。e-ダイナミックROMの終盤、上肢を大きく使う動きから再び上昇しe-ビクスのメインパートで最高3.0Metsを記録し、その後ダウンパートで徐々に低下していった。

2) 心拍数（図2-B）

運動開始とともに徐々に上昇し、最高120拍/分であった。

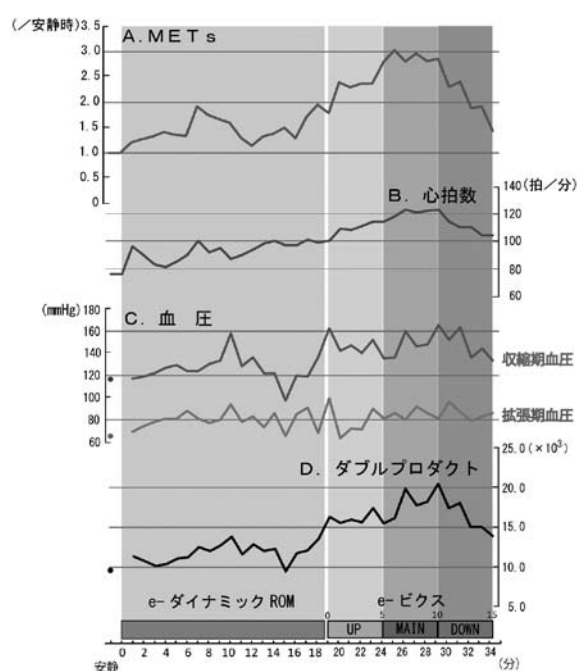


図2 e-エクササイズ中の生理的応答

3) 血圧 (図2-C)

拡張期血圧は80拍/分前後で推移し、大きな変動はなかった。一方、収縮期血圧は、e-ダイナミックROMの中盤とe-ビクスのメインからダウンの初めにかけて上昇し、最高160拍/分を示した。

4) ダブルプロダクト (図2-D)

e-ダイナミックROMでは10000~15000の間で変動し、e-ビクスでは15000~20000の間で変動した。

Ⅲ. 考察

1. e-エクササイズ[®]プログラムの構成および特徴

本研究では第一に、ヒトの立位での基本動作パターンを考慮に入れた椅座位の低強度運動プログラムを開発することを目的とした。

椅座位運動は下肢への負担が軽く、転倒の危険性が少ないこと、また筋力の向上⁴⁾、呼吸循環器系の機能向上⁶⁾が報告されており、高齢者および低体力者等を対象とした運動療法のツールとして取り入れられている。しかし椅座位では姿勢に制約があるため、プログラムの多くは、単関節の動き、二次元の平面的な動き、上肢と下肢が独立した動きで構成されている。ヒトの日常動作は、①単純な動きではなく、対角螺旋パターンが多く存在する、②単関節の動きではなく、股関節と体幹、肩関節と体幹など、下肢⇒体幹⇒上肢への一連の動きの連鎖が現れ、全身の連動的な動きによって成り立っている、③伸展⇔屈曲、内転⇔外転、内旋⇔外旋などの連続した動きであり、必ず往復運動である、④ひとつの動作の中にいろいろな筋収縮形態が混ざり合っている、⑤スピードの変化(加速)がともなう、などの特徴がある¹⁾。運動指導を行う際に生活習慣病の予防という観点からは、エネルギー消費の促進を主目的として、動きの量を高めることが重要である。しかし、ロコモの予防・改善という観点からは、椅座位運動をする際にも、単に日常生活において使用頻度の高い筋を動員し、それらの筋の活用を図るような動きだけでは、目標の達成には十分ではない。すなわち、ヒトの動作の特徴を把握した上で動きを選択する必要がある。本研究では椅座位運動の中で、“立位での日常生活動作に必要な身のこなしの獲得”を念頭においたプログラムの作成を試みた。動きづくりを目指すならば、最終的にアクティブ(自動的)ROMを高めること、つまり拮抗筋の伸展と主動筋の収縮のバランス、体の表と裏のバランスをとることが重要である²⁾ため、スローリバーサルの動きを多用している(図1-⑦, ⑨, ⑩(c), ⑪-⑮, ⑳, ㉒, ㉓, ㉔, ㉕, ㉖-㉘)。ヒトの最たる基本動作である歩行は、股関節の屈曲運動と伸展運動が左右交互に行われている動作であり、一見単純である。しかし、下肢の動きとともに骨盤の傾きと同時に回旋運動が、また腕の動きは骨盤の動き(回旋)とは逆に体幹が反射的に動いた結果起こる。つまり歩行動作は、対角螺旋の一連の動きの連鎖で発現するものである。

また、e-エクササイズ[®]の特徴として、呼吸筋へのアプローチを積極的にしていることである(図1-①, ②, ㉓-㉕)。高齢者は関節可動域の低下、すなわち柔軟性と筋力の低下が顕著である。また、背筋力の低下や椎間板・椎体の変形等による円背疲労姿勢が大きな特徴の1つである。関節可動域の低下は日常生活動作の制限や、整形外科的疾患が起りやすくなり、円背の程度が強くなるほど膝関節硬縮が生じて、歩幅の減少・易転倒性を招きやすくなる⁵⁾。加えて、ボディイメージの低下や転倒恐怖感の助長³⁾により身体活動量の低下にもつながる。さらに、肺の形態的、機能的な低下を伴い、呼吸器系の疾患を招いたりもする⁶⁾。このようなことから、呼吸筋への意識を高め、積極的に動かすことにより、運動の効果がさらに高まると考えられる。

2. e-エクササイズ[®]の生理学的特性

e-エクササイズ[®]を指導する際は対象者に合わせて速度や反復回数を変えて行うため、対象者の身体の反応が異なることは少なからず想像できることである。したがって、e-エクササイズ[®]

の身体応答について様々な対象者について測定を実施することも必要であるが、動きの目的を熟知した指導者が動いた時の生理的応答を知ることは、指導をする際に重要なことと考えられる。これにより、指導の際の留意点が明らかになり、対象者に応じて、バーバルキュー等でコントロールし、安全に実施することができるであろう。

運動強度（図2-A）は、e-ダイナミックROMとe-ビクスでそれぞれピークを示し、二峰性を示した。最大運動強度はプログラム作成の目標通り3.0METs以下となり“健康日本21の18～64歳までの健康づくりのための身体活動基準の下限”以下であった。心拍数（図2-B）は最高120拍/分で、50～55%HRreserveに相当した。

血圧（図2-C）は、拡張期血圧は80拍/分前後で推移したのに対して、収縮期血圧は、e-ダイナミックROMの中盤とe-ビクスでメインからダウンの初めにかけて160拍/分を示した。運動中の血圧変動は、様々なりスクを回避するうえで、重要なパラメーターである。収縮期血圧は心拍出量を反映し、拡張期血圧は末梢血管抵抗、すなわち血管壁の弾性、血管の収縮・拡張状態、血液の粘性を反映している指標である。したがって、脳・心臓血管系へのリスクが大きいのは、拡張期血圧の急激な上昇である。e-エクササイズ[®]では、拡張期血圧の急激な上昇は認めておらず、循環器系への負担は少ないものと考えられる。

循環器系への負担を考えると、血圧以外にDPの変動に注意すべきである。DPは心筋酸素摂取量を示す指標で心臓の仕事量を表すと考えられ、収縮期血圧（mmHg）×心拍数（拍/分）で求めることができる¹⁸⁾。安静時で約6000～10000を示し、ジョギングで安静時の約3倍、無酸素運動で安静時の6倍以上になる。また、20000以上で「きつい」と感じる程度であり、20000以下の強度を保つことが運動を安全に実施する一つの基準となる。e-ダイナミックROMで14000以下、e-ビクスでも20000以下を推移しており（図2-D）、e-エクササイズ[®]が心臓に対して大きな負担をかけないプログラムであることが示された。

METs、心拍数、血圧、DPの結果（図2）から、e-エクササイズ[®]は循環器系に負担の少ない低強度のプログラムであることが明らかとなった。しかし、前述したように対象者に合わせて動きの速度や反復回数を変えるため、必ずしも提示したような身体反応を示さないと考えられる。しかし、e-ダイナミックでは大腿前面のストレッチ（図1-⑫）から骨盤の前傾・後傾運動（図1-⑬）の部分、e-ビクスでは骨盤帯の動きから上肢・下肢の連動した動きの部分で強度が上昇することが明らかになったため、指導の際にはとくにこの部分ではバーバルキュー等を使い、体への急激な負担が起らないように注意すべきである。

VI. まとめおよび今後の課題

本研究では、ヒトの基本動作パターンである三次元の対角螺旋の動きをとりいれ、上肢と下肢が連動した全身性の動きを多用した椅坐位の運動プログラム、e-エクササイズ[®]を開発した。

ヒトは皆、生まれながらにして重力に逆らって日常生活を営んでいる。膝や腰等関節に障害を抱え痛みと共存している高齢者にとって、椅子での運動は楽に体をコントロールできるが、重力に逆らってコントロールできているわけではない。椅子での動きづくりから少しずつ立ち上がる動作や体を支える筋力を養い、立位につながるように負荷をかけ、体全体を順応させる必要があると考えられる。さらに、立ち上がったら自体重をコントロールして一步を踏み出だす。この一連の流れを1つのプログラムの中に導入し、自立した生活、質の高い生活を送ることができるように支援をしていきたい。

本研究は、2011年度活水女子大学特別研究費助成により施行した。

なお、e-エクササイズ[®]は、登録商標である（<http://www.e-ex2010.com>）。

Ⅶ. 参考文献

- 1) 阿部良仁, 岩間徹企画・構成, 矢野雅知監修 (2003), Ⅲ.人の動作の特異性, パーソナルトレーナーズバイブル, 初版, スキージャーナル, pp.15~18.
- 2) 阿部良仁, 岩間徹企画・構成, 矢野雅知監修 (2003), Ⅲ.アクティブエクササイズ, パーソナルトレーナーズバイブル, 初版, スキージャーナル, pp.32~33.
- 3) Bertera EM and Bertera RL (2008) Fear of falling and activity avoidance in a national sample of older adults in the United States. *Health SocWork*
- 4) 林 達也, 鴫田佳津子, 梅田陽子, 中尾一和 (2003) 肥満症運動療法に何を期待するのかー有酸素運動vs.レジスタンス運動, *肥満研究*, 9: 55-62.
- 5) 林 泰史 (1987) 骨の加齢 (佐藤ら編著), 臨床症状および診断, 藤田企画出版 pp.104-132.
- 6) 林 泰史 (2003) 高齢者の脊柱変形とQOLー全人的観点からー, 高齢者の脊柱変形と腰痛, インターメッド, pp.18-28.
- 7) 厚生労働省 国民生活基礎調査 (2010)
- 8) 中野雅子, 林達也, 中尾一和, 鴫田佳津子, 梅田陽子 (2001) 膝痛患者のための椅子上でできる有酸素運動の試み, *看護学雑誌*, 65: 1080-1083.
- 9) 総務省統計局 人口推計 (2013)
- 10) Riley M, Maehara K, Porszasz J, Engelen MP, Bartstow TJ, Tanaka H, Wasserman K (1997) Association between the anaerobic threshold and the break-point in the double product/work rate relationship. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 75(1):14-21.