

原著

# 頸椎スタビライゼーションエクササイズが 重心動揺に与える影響

The Effect of Cervical Stabilization Exercises on Postural Balance

谷田 惣亮

Sosuke TANIDA

宇於崎 孝

Takashi UOZAKI

## 抄録

頸椎は人体の最上部に位置する頭部を支持するとともに特殊感覚の機能を保証するという、安定性と運動性を要求される部位である。そのため頸椎は疾患が多発する部位であり、頸部筋の機能低下による不安定性が問題となっている。頸椎の安定化には頸部深層筋の機能が重要であることから、徒手理学療法では頸椎スタビライゼーションエクササイズ（以下 CSE<sub>x</sub>）にて頸部深層筋を賦活する理学療法を行っている。

本研究では、実践している CSE<sub>x</sub> の効果について客観的に検証することを目的に、CSE<sub>x</sub> 前後での重心動揺の変化について測定を行った。その結果、身体の重心動揺についても一定の効果がみられることが証明された。このことから、CSE<sub>x</sub> は頸部の安定性だけでなく、重心動揺すなわち姿勢バランスにおいても有効なエクササイズであることが示唆された。

キーワード ■ 頸椎, スタビライゼーションエクササイズ, 重心動揺

## 1 研究背景

### (1) 頸椎の概要

脊柱の最上位にある頸椎は、頭部と直接連結して重い頭部を支持するとともに、神経や血管の保護や筋・靭帯の付着部を提供している。一方で、頭部には視覚、嗅覚、聴覚といった特殊感覚の器官があり、この機能を保証するため頸椎は大きな関節可動域を有し多様な運動を行う

必要がある。このように、脊柱の中でもとりわけ頸椎は、頭部の安定性や支持性とともにも多様な運動性という相反する要求にも対応しなければならない部位である<sup>1)</sup>。解剖学的にも、頸椎の関節は脊柱の他の部位に比べて関節包が緩くなっており<sup>2)</sup>、頸椎は脊柱の中で特に大きな可動性を有する部位である<sup>3)</sup>。

脊柱を形態学的にみると、頸椎には前方への彎曲である前彎があるが、これは生後3～4か月ころの、いわゆる首がすわる時期に後頸部の筋の発達に伴い出現してくる形態的变化<sup>2, 4)</sup>である。これには、特に頸部深層筋が関与すると考えられており<sup>1, 5)</sup>、頭頸部を保持するための深層筋が安定化筋として発達することによって生み出された結果であると考えられる。

このように頸椎の多様で相反する機能を担うために、長短さまざまな筋群が配列されている。頸椎は骨形状とともにこれらの筋群により支持性と運動性が保証されている。頸部の筋には、脊椎の複数の分節にまたがって走行することからレバーアームが長く関節運動を主動する表層筋と、関節の近位で短分節に存在する深層筋があり<sup>6)</sup>、両筋の協調的な筋活動によって、関節は安定に保持されるとともに円滑に運動を行うことが可能となる。特に深層筋は、姿勢保持や関節の安定性への関与が大きいとされている。

頸椎は特殊感覚の機能を保証するため、それらの機能と綿密に協調する必要がある。そのため、頸部の筋は他の部位よりも固有受容器である筋紡錘が多く、感覚運動制御の情報を伝えている。とりわけ頸部深層筋は筋紡錘の密度が高く、関節よりも多く存在している<sup>7, 8)</sup>ことから、長さや張力などの変化を詳細に感知するセンサーとしての機能が大きいと考えられる。また一方で、頸椎は中枢神経系とも密接な関係があり、視覚系や前庭系といった神経機構にも情報を伝達することで、姿勢や眼球の運動にも関係している。

このように、頸椎の筋や関節には固有受容器が豊富にあることと、頸椎の求心性神経から前庭や視覚、姿勢制御システムなど中枢神経系への連絡があることは、頸部の固有感覚情報が姿勢の安定性や頭定位、眼球運動制御に影響を及ぼす重要な体性感覚情報として提供されていることを示唆している。

## (2) 頸椎に関する臨床所見

頭部は体重の約10%前後の重量を有しており<sup>1)</sup>、頸部には常時、想像以上の負荷がかかっている。そのため、頸椎は脊柱の中でも腰椎とともに整形外科的疾患の多発する部位である。代表的なものに頸椎症や頸椎椎間板ヘルニアなどがある。頸椎が加齢などにより変形する頸椎症は50歳以上の人では高頻度であり、頸椎の中を通る頸髄や神経根が圧迫されると神経根症や脊髄症などの神経症状を伴う疾患も生じる<sup>9)</sup>。

厚生労働省の国民生活基礎調査（平成28年）<sup>10)</sup>において、性・症状別にみた自覚症状のある者（有訴者）率の結果では、男女とも腰痛、肩こりが上位を占めている。肩こりは頸部との関連が強く、臨床場面でも肩から頸にかけて不調を訴える患者は多い。また、頸部にも起因す

る頭痛やめまいも高い有訴者率となっている。これは先述の頸部からの求心性情報が前庭系や視覚系といった中枢神経系と連絡していることから想像できることである。

頸椎に発症する疾患やそれに起因する症状は、頸部筋の機能低下が一要因となっていると考えられる。頸部痛を有する患者では、頸部筋の筋機能が低下している<sup>11, 12)</sup>との報告がある。頸部筋の機能から考えると、この筋機能低下は頸部の安定保持や運動において支障をきたすことになり、不安定性を呈することになる。また、頸部筋は感覚器としての機能を有することから、感覚運動制御にも影響が及んでいる可能性があり、姿勢安定性や頭位、眼球運動に障害をもたらしていると考えられる。これらの筋機能は一旦低下すると自然回復することは難しく、運動制御の変化や筋萎縮なども生じる<sup>13, 14)</sup>ため、その機能回復のための治療を要する。

### (3) 頸椎に対する理学療法の実際

頸椎は疾患の多発する部位であることから、臨床上、理学療法による治療介入を行う頻度が高い。こういった関節の不安定性に対して、我々は徒手理学療法の専門職として、Kaltenborn-Evjenth OMT (Kaltenborn-Evjenth のコンセプトによる整形徒手理学療法)<sup>15)</sup>に基づきながら、関節の安定性を改善・向上させることを目的にスタビライゼーションエクササイズ (安定化運動) を実践している。頸椎に対するスタビライゼーションエクササイズについては、Kaltenborn-Evjenth OMT で実践している方法を基本にしながら、先行研究<sup>16~18)</sup>を参考にしてより定量的にエクササイズする CSEx を考案し、頸椎の有疾患者にみられる不安定性に対処することで症状の軽減を図っている。

この CSEx は、これまで運動療法に多用される抵抗運動 (等尺性・等張性運動) による頸部筋の筋力強化とは異なり、関節の安定性に寄与するとされる頸部深層筋に対する低負荷で筋機能を再教育するエクササイズである。頸部深層筋群 (頸長筋, 頭長筋, 後頭下筋群, 多裂筋など) をエクササイズすることで表層筋群との協調的な活動ができるようになり、頸部の不安定性がより効果的に改善されるため、CSEx は重要なエクササイズであると考えている。これらの頸部深層筋の機能や運動効果については、近年、主にオーストラリアの徒手理学療法グループらの研究<sup>19, 20)</sup>により、筋機能改善や運動効果が立証されてきている。

## 2 研究目的と意義

頸椎はその特性上、問題を生じることが多いため、徒手理学療法を実施する頻度も高い。

本研究では、実践している CSEx の効果について重心動揺の観点から客観的に検証することを目的に実施する。頸椎は脊柱の最上部を占めていることから、頭頸部での不安定性は身体全体の重心動揺に大きく影響を及ぼすと考えられる。また、頸椎は中枢神経系との連絡により、姿勢制御においても重要な機能を果たしていると考えられている。

このような頸部の安定性や感覚運動機能の低下に対して CSE<sub>x</sub> を行うことにより、临床上、疼痛の軽減や運動機能の改善が認められている。一方で、姿勢制御やバランス機能などの安定性の観点については不確実なことが多い。そこで、健常者に CSE<sub>x</sub> を行わせ、CSE<sub>x</sub> 前後での重心動揺の変化について測定を行うことでその効果を検証することとした。

本研究により、我々の実践している CSE<sub>x</sub> の効果が客観的に証明されることになり、根拠に基づく治療（EBM）を構築できるものといえる。また、結果からさらなる CSE<sub>x</sub> の改善を検討し、より効果的な運動療法の確立にも寄与できる。さらに、近年問題となっている高齢者の転倒予防など、バランス機能の改善における運動の一つとしても応用できる可能性が考えられる。

### 3 対象と方法

#### (1) 対象

対象者は、整形外科的疾患を有しない健常成人男女 22 名（平均年齢  $23.0 \pm 4.1$  歳，平均身長  $168.6 \pm 7.4\text{cm}$ ）とした。

#### (2) 方法

対象者には重心動揺計（ユニメック社製 UM-BAR）の上で 3 つの測定肢位をとらせ、CSE<sub>x</sub> 前と CSE<sub>x</sub> 後で重心動揺測定を行った。重心動揺計での測定は、それぞれ 30 秒間行い、サンプリング周波数は 60Hz とした。

##### 1) 測定肢位と条件

測定肢位は、①閉眼閉脚立位、②開眼右片脚立位、③開眼左片脚立位の 3 つの肢位とした。

①閉眼閉脚立位は、重心動揺計上に閉眼で立ち、足部は動揺計上の中心線に足部内側縁を付けた閉脚の状態で立位保持をとらせた。閉眼に際しては、頭頸部の位置を一定にするため、2メートル前方の各対象者の目の高さにある視標を注視させたのちに閉眼させ、計測中はその肢位を維持するよう指示した。

②、③開眼左・右片脚立位は、測定側の足部中心線（踵中心と第 2 指を結ぶ線）を重心動揺計の中心線に合わせて片脚立位保持をとらせた。頭頸部の位置を一定にするため、2メートル前方の各対象者の目の高さにある視標を注視させ、計測中はその肢位を維持させた。開眼左・右片脚立位は、各肢を 3 回ずつ測定し平均値を採用した。

これら 3 つの肢位での測定はランダムにし、各測定間は 5 分以上の安静座位での休息をとって実施した。また、CSE<sub>x</sub> 前後での測定については別日程で実施した。

##### 2) 解析項目

重心動揺計で得られる解析対象項目は、総軌跡長、前後・左右方向軌跡長、外周面積、前

後・左右方向最大振幅の6項目とした。

### 3) CSExの方法(図1)

CSExは、Kaltenborn-Evjenth OMTにて実践している方法を基本として、先行研究<sup>16~18)</sup>の手法を加味して、より定量的に実施できる方法として考案し、運動時間、回数についてもそれらに準じて規定した。

まず、背臥位にて頭頸部を正中位にし、眼球の上下運動を行わせた。上下各方向を10秒間凝視する運動を各10回実施した。次に、頸椎の前彎カーブに合わせて後頸部に血圧計(A&D社製UM-102)のカフ(腕帯)を入れ、後頸部でカフを軽く圧迫するよう押し付けさせた。この状態から対象者の両母指にて眉間に抵抗をかけ、開口してうなずき動作(顎をひくようにして上位頸椎を屈曲)の軽い等尺性運動をさせた。これを10秒間保持させる運動を5回実施した。この間、後頸部に入れた血圧計のカフで圧迫の度合いを計測し、対象者にフィードバックしながら一定の圧になるようにして実施した。圧は20mmHgから始め、約4mmHg上昇するまで圧迫し、その状態で保持させるようにした。このとき、頸部表層筋である胸鎖乳突筋の過剰な収縮は抑制するように注意した。

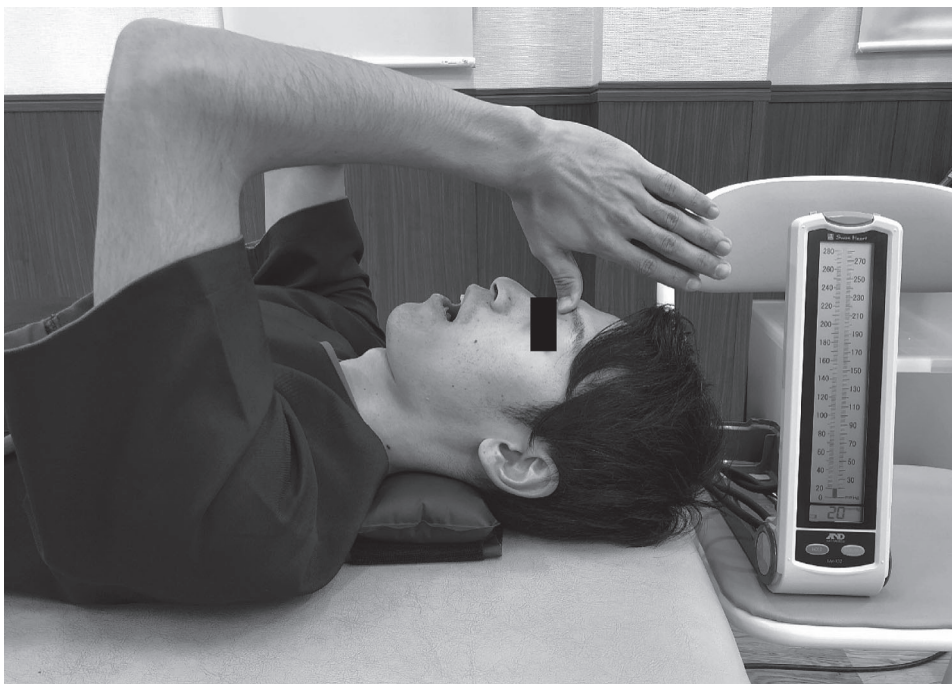


図1 頸椎スタビライゼーションエクササイズ(CSEx)

### 4) 統計学的処理

統計学的処理には、測定から得られた各解析項目についてCSEx前とCSEx後で比較した。Shapiro-Wilk検定にて正規性の検定を行った後、正規性に従っている場合は、対応のあるt検定を、従わない場合は、Wilcoxonの符号付順位検定を行った。統計解析にはIBM SPSS Statistics ver.25(IBM Japan)を使用し、有意水準はいずれも5%未満とした。

### (3) 倫理的配慮

研究の実施においては、佛教大学倫理規程を遵守した（佛教大学倫理審査承認番号：H30-9B）。また、対象者には研究計画書をもとに十分な口頭説明を行い、同意書への署名をもって研究への協力を得た。データ収集には個人が特定できないよう全て匿名化し、得られた各データについては厳重に保管した。

## 4 結果

重心動揺測定で得られた結果を表1に示す。

総軌跡長は、閉眼閉脚立位のみでCSEx後に有意に低値を示した（ $p < 0.05$ ）。前後方向軌跡長は、閉眼閉脚立位および開眼右・左片脚立位ともにCSEx後において有意に低値を示した（ $p < 0.05$ ）。外周面積は、閉眼閉脚立位および開眼右・左片脚立位ともにCSEx後において有意に低値を示した（ $p < 0.05$ ）。前後方向最大振幅は、閉眼閉脚立位、開眼右・左片脚立位ともにCSEx後において有意に低値を示した（ $p < 0.05$ ）。左右方向軌跡長および左右方向最大振幅は、いずれの肢位でもCSEx後に低値は示したものの有意差はみられなかった。

表1 重心動揺の測定項目の結果

総軌跡長(mm)				外周面積(mm <sup>2</sup> )			
	CSEx前	CSEx後	有意差		CSEx前	CSEx後	有意差
閉眼閉脚立位	793.8±247.8	704.6±124.5	*	閉眼閉脚立位	722.0±546.0	505.6±242.4	*
開眼右片脚立位	1743.8±292.5	1663.6±336.9		開眼右片脚立位	1345.0±328.2	1145.7±299.3	*
開眼左片脚立位	1754.2±380.6	1689.0±443.9		開眼左片脚立位	1401.1±402.8	1190.1±353.7	*

前後方向軌跡長(mm)				左右方向軌跡長(mm)			
	CSEx前	CSEx後	有意差		CSEx前	CSEx後	有意差
閉眼閉脚立位	473.6±132.9	411.6±61.9	*	閉眼閉脚立位	531.3±191.3	480.9±103.1	
開眼右片脚立位	1098.2±204.6	1015.7±190.1	*	開眼右片脚立位	1140.1±207.3	1121.3±269.5	
開眼左片脚立位	1099.8±272.2	1013.3±285.5	*	開眼左片脚立位	1152.3±248.2	1155.3±338.5	

前後方向最大振幅(mm)				左右方向最大振幅(mm)			
	CSEx前	CSEx後	有意差		CSEx前	CSEx後	有意差
閉眼閉脚立位	30.9±13.2	23.6±6.4	*	閉眼閉脚立位	28.9±9.3	25.6±7.6	
開眼右片脚立位	46.2±8.2	41.8±7.4	*	開眼右片脚立位	34.9±4.5	32.3±4.7	
開眼左片脚立位	47.6±8.9	42.4±9.7	*	開眼左片脚立位	34.5±4.6	32.7±4.5	

\*:  $p < 0.05$

## 5 考 察

頸椎の有疾患に対して実践している CSE<sub>x</sub> について、重心動揺の観点から検証を行った。結果から、前後方向軌跡長、外周面積、前後方向最大振幅の測定項目において閉眼閉脚立位、開眼右・左片脚立位のすべての測定肢位で CSE<sub>x</sub> 後に有意に低値を示した。つまり、CSE<sub>x</sub> によって前後方向の重心動揺が減少し、動揺の幅を示す前後方向最大振幅の縮小が認められたことになる。このことは、特に頸部の矢状面上での運動の安定性が得られたことを示しており、その結果として、重心動揺の最外郭の面積を示す外周面積の狭小化につながったと考えられた。

先行研究から、頸部深層筋のエクササイズにより頸部痛患者の疼痛軽減や運動機能の改善などの効果が明らかになってきている<sup>19, 20)</sup>が、本研究結果から身体の重心動揺についても一定の効果がみられることが証明された。このことから、CSE<sub>x</sub> は重心動揺すなわち姿勢バランスにおいても効果的なエクササイズであることが示唆された。

この要因としては、CSE<sub>x</sub> によって、頸部深層筋による頸椎分節の構築学的安定性向上と、頸部深層筋の固有感覚による姿勢制御機構の機能促進が考えられた。以下に、まず、頸部深層筋の形態的・機能的特徴について詳述し、頸部深層筋の病態と CSE<sub>x</sub> の効果について考える。

### (1) 頸部深層筋の形態的・機能的特徴

頸部深層筋として特に重要な筋としては、伸筋群では後頭下筋群（大・小後頭直筋，上・下頭斜筋），多裂筋，頸半棘筋があり，屈筋群では，頸長筋，頭長筋，前頭直筋，外側頭直筋が挙げられる<sup>1, 4)</sup>（図2, 3）。これらの深層筋群は，頸椎分節に安定性を供給するためにデザイ

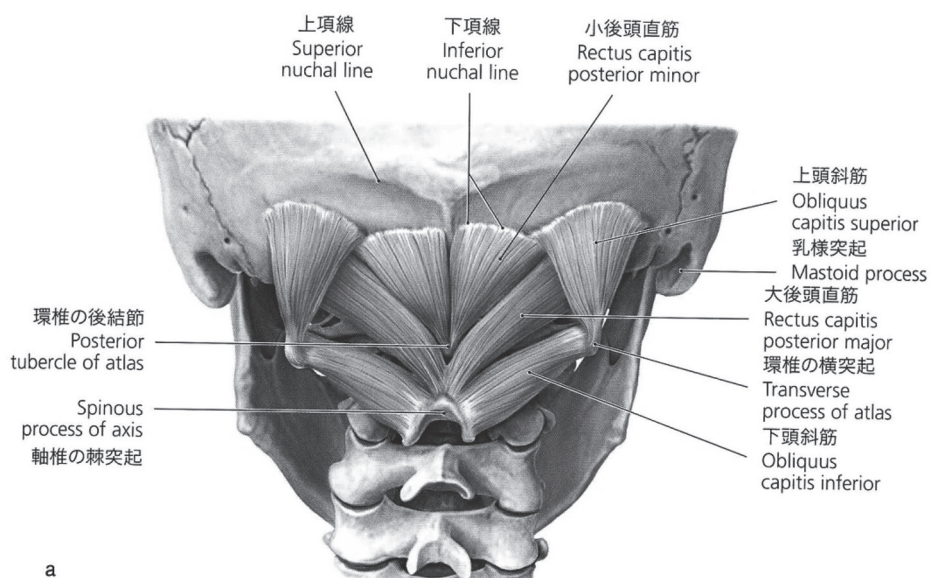


図2 頸部深層筋（後面）（文献4より引用）

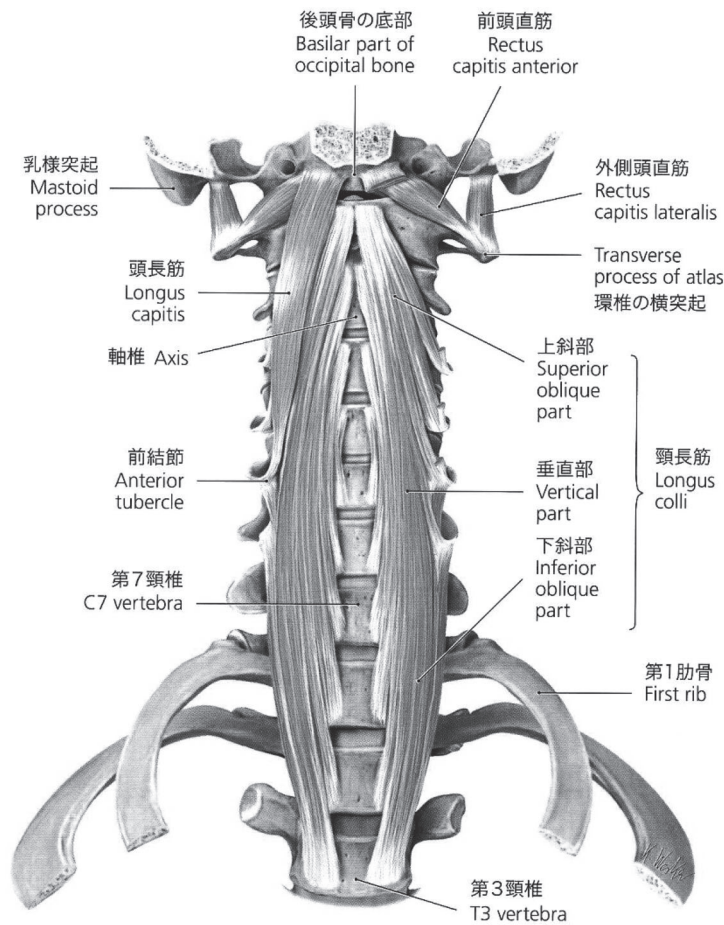


図3 頸部深層筋 (前面) (文献4より引用)

ンされている<sup>21)</sup>。表層筋群は深層筋群に比べてレバーアームと断面積が大きいいため、より大きなトルクを生み出すことができる。これに対して深層筋群は分節ごとに付着して、より限局的に作用するとともに、筋紡錘の密度も高く、筋線維も脊柱分節の動きを誘導して支持する組成になっている<sup>8, 22)</sup>。深層筋である後頭下筋群のうち、特に下頭斜筋と小後頭直筋の筋組成は遅筋線維が多く、姿勢保持筋としての機能を裏付けている<sup>23)</sup>。

頸椎の前方の深層筋である頸長筋、頭長筋は、頸部前面の深層で頸椎を覆っており、その作用は頭頸部の安定と頸部の屈曲である<sup>1)</sup>。また、頸長筋は、頸椎前彎を立て直し、頸椎の安定化にきわめて重要な役割を果たす<sup>24)</sup>といわれる。

頸部の背側深層で後頭下に位置する後頭下筋群は、表層にある大きな筋と比較すると非常に小さい筋である。大きな筋が関節の主動筋である一方、後頭下筋群は特殊感覚器の要求に応じて頭頸部の運動を細かく調整している<sup>1)</sup>。つまり、後頭下筋群は、下位頸椎の運動に基づいて必要な運動を増幅したり、不要な要素を除去することで頭部の肢位を補正している<sup>24)</sup>。

頸部深層筋は筋長が短く、走行は短分節であるため力学的に有利なモーメントアームは有していない。従って、頸椎の粗大な運動への関与は小さいものと考えられる。その代わりに頸部筋には固有受容器の筋紡錘が他の部位よりも高密度に存在している<sup>7, 8)</sup> (表2)。このことから、



表2 筋紡錘の数と密度 (文献7を改編)

	筋湿重量 (g)	筋紡錘数 (個)	筋紡錘密度 (1gあたり)
上頭斜筋	0.19	36	189.5
下頭斜筋	0.33	88	266.7
大・小後頭直筋	0.59	58	98.3
頸長筋	3.22	143	44.4
多裂筋	5.32	111	20.9
小指対立筋	2.5	44	17.6
広背筋	246	368	1.5
僧帽筋	201	437	2.2

頸部深層筋は長さや張力などの変化を捉える感覚器としての機能が大きいと考えられる。深層筋の機能は頭頸部を微細に運動制御することであり、このようにデリケートな運動をする小さな筋では、粗大な運動をする大きな筋より細かい分解能をもった信号が必要と考えられる。また、高密度の筋紡錘により、筋の部分的情報を詳細に中枢神経系に伝達できる利点もある。

頸部からの求心性神経は、視床や小脳、体性感覚皮質といった中枢神経系と連絡があり<sup>25, 26)</sup>、適切な遠心性の出力に参与している。さらに、頸部の前屈角度の増加により眼球運動反応時間が短縮した<sup>27)</sup>という報告から、眼球との綿密な関連もみられる。また、頸部振動刺激により重心位置に変化がみられる<sup>28)</sup>ことから、頸部からの情報が重心動揺を左右する要因であることが伺える。

このように、頸部深層筋における独特な形態学的・機能的特徴と高密度の筋紡錘の存在から、深層筋は単に頭頸部の運動を精密に制御しているだけでなく、固有感覚情報の伝達、さらに頭位の制御、眼球-頭部の協調制御といった重要な役割を担っているといえる。

## (2) 頸部深層筋の機能障害

頸部深層筋は多様で重要な役割を担っているが、頸部痛患者では、この筋群の抑制が生じていることが明らかになっている。筋電学的研究では、頸椎の関節や前彎を支持している主要な姿勢筋である頸部深層筋群の活動抑制と頸部痛との関連性が認められている<sup>29, 30)</sup>。また、深層筋の活動低下の状況では、逆に表層筋の活動が増加する現象<sup>31)</sup>が確認されており、これは分節の支持性の低下に対する代償を表しており、頸部の運動制御の様式が変化している事を示している。また、慢性頭痛患者や鞭うち症患者では、頸部伸筋の萎縮や脂肪化がみられる<sup>32)</sup>。そのため、筋力、筋持久力の低下も生じており、頸部痛があると筋のさらなる機能低下が生じることが推測される。

また、頸部痛患者では頸部筋が活動するタイミングも遅延することが報告されており<sup>33)</sup>、頸

椎の運動制御が障害されている根拠となっている。頸部筋は四肢の主動作筋に先立ちフィードフォワードに活動する<sup>33)</sup>。このフィードフォワード活動は、腰部における腹横筋などの活動と類似したものと考えられる。すなわち脊柱の分節に近接する筋は安定化に寄与しており、表層のいわゆる主動作筋に先立って活動することで関節を安定化する機能を有している。これらの深層筋の活動なしに運動が行われると、レバーアームの長い強力な筋群の活動により、関節包内運動が損なわれ、局所の圧縮や剪断力が生じ組織損傷を惹起することになる。このことから、適切な関節の固定や円滑な運動には、関節により近い深層筋と表層筋の協調的な活動が必要となる。

このように頸部深層筋群は頸部痛を生じている患者においては、その筋機能が大きく損なわれることが明らかになっており、頸部の保持や運動における不安定性を呈することになる。これらの筋機能は一旦低下すると自然回復することは困難である<sup>13, 14)</sup>ため、その機能回復のための治療が必要であることから、深層筋活動を賦活するCSExを実施している。

### (3) CSExの効果

CSExは主に頸部深層筋に焦点をあてたエクササイズである。頸部深層筋は、関節に近い深層にあり、小さく短いものであるため収縮力も弱い。これらの筋は低負荷の運動で活動しやすいため、エクササイズも血圧計を用いてフィードバックを行いながら過負荷にならないよう注意して実施した。また、代償として表層筋の筋活動が生じないように確認しながら行った。

CSExでは、まず、①眼球の上下運動による頸部深層筋群の賦活を行った。頸部筋の受容器は中枢神経系との連絡により、感覚運動制御に重要な役割を果たす<sup>25, 26)</sup>。そのなかに眼球運動の制御もあり<sup>27)</sup>、このエクササイズにより眼球と頸部筋との協調運動を再学習させる意味がある。頭部と眼球との協調運動においては、上方を見るときは頸部伸筋群が活動し、反対に下方を見る際は頸部屈筋群が活動しやすい。今回の運動では、頭頸部の関節運動は起こさず等尺性収縮によって活動を促した。この運動により、頸椎の深層筋が再教育されたものと推測した。

次に、②うなずき動作によって頸部深層の屈筋、伸筋の同時収縮活動による賦活を行った。うなずき動作では、特に深層の頸長筋、頭長筋を意識的に再教育している。特に頸長筋は、その形態特性から、頸部の前彎を減少させる、つまり平坦化させる作用があり、後頸部に入れた血圧計のカフ（腕帯）で圧迫の度合いを計測することでその力を調整して実施した。とりわけ、胸鎖乳突筋などの表層にある筋での動作とならないよう注意し、約4mmHgという微細な圧を維持させて深層筋の活動を促すように実施した。同時に、後頸部を軽く押しつけることで伸筋の同時収縮を促し、屈筋と伸筋の協調的な活動から頸椎支持性を高めることを意図した。

今回のCSExで対象とした頸部深層筋は頸椎分節の安定性に寄与しており、また固有感覚器の筋紡錘が高密度に含まれている。そのためCSExにより頸部深層筋が再教育され、構築学的

な安定性が得られたと考える。同時に、筋本来のもつ生理的筋長を保つことが可能となり、固有受容器がより正確に機能したことで、いわゆる機能的安定性が得られたと考えられる。その結果、姿勢制御機構においても効果的に機能したものと推察した。

以上より、今回実施した CSEx は特に前後方向への重心動揺において有効であり、頸部の安定化による姿勢制御への効果が期待できると考えられた。今回の研究対象は健常成人であったが、CSEx 後に有意に重心動揺が改善したことから、有疾患者や高齢者においても効果が期待できる。ただ、慢性的な頸部痛や長期にわたる経過等によって、構築学的変化だけでなく、感覚運動制御も変化している可能性もあることから、これら2つの視点を考慮して評価や治療にあたる必要があると考える。

## 6 まとめ

CSEx は、我々が実際に臨床で実施しており、頸部の疼痛軽減や可動域の改善を実感している。今回、健常成人を対象に重心動揺という観点から効果検証した結果、安定性の向上を示す結果が得られた。このことから、CSEx の効果を証明できたとともに、根拠に基づく治療の裏付けとなった。ただ、左右方向への安定性は有意な効果が得られなかった。そのため、CSEx の内容を検討し、さらに効果的なエクササイズを模索していきたい。また今後は、頸部の有疾患者を対象に、CSEx の効果検証を行うことが課題であると考えている。さらに冒頭にも述べたように、現代の日本社会では高齢者の転倒予防が喫緊の課題となっている。転倒は筋骨格系の運動器の機能に加えて、種々の要因が関与するバランス機能にも左右される。このバランス機能の改善においても今回の CSEx は貢献できる可能性が示唆された。今後、転倒予備軍であるバランス機能の低下した高齢者を対象に検証することも重要である。

### 〔文 献〕

- 1) Oatis CA : オーチスのキネシオロジー - 身体運動の力学と病態力学 原著第2版. 山崎 敦・他 (監訳), ラウンドフラット, 東京, 2012.
- 2) 野村 巖 (編集) : 標準理学療法学・作業療法学 専門基礎分野 解剖学 第4版, 医学書院, 東京, 2015.
- 3) Neumann DA : カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版. 嶋田智明・他 (監訳), 医歯薬出版, 東京, 2012.
- 4) 坂井建雄, 松村譲児 (監訳) : プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論 / 運動器系 第3版, 医学書院, 東京, 2016.
- 5) Nolan JP, Sherk HH : Biomechanical evaluation of the extensor musculature of the cervical spine. Spine 13 : 9-11, 1988.
- 6) Conley MS, Meyer RA, et al : Noninvasive analysis of human neck muscle function. Spine 20 : 2505-2512, 1995.

- 7) Kulkarni V, et al : Quantitative study of muscle spindles in suboccipital muscles of human fetuses. *Neurol India* 49 : 355-359, 2001.
- 8) Boyd Clark L, Briggs C, et al : Muscle spindle distribution, morphology and density in the longus colli and multifidus muscles of the cervical spine. *Spine* 27 : 694-701, 2002.
- 9) 松野丈夫, 中村利孝 (総編集) : 標準整形外科学 第12版. 医学書院, 東京, 2014.
- 10) 厚生労働省政策統括官 (統計・情報政策担当) : 平成30年グラフでみる世帯の状況－国民生活基礎調査 (平成28年) の結果から－. [https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/20-21-h28\\_rev2.pdf](https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/20-21-h28_rev2.pdf) (2018年9月20日閲覧)
- 11) Silverman JL, Rodriquez AA, et al : Quantitative cervical flexor strength in healthy subjects and in subjects with mechanical neck pain. *Arch Phys Med Rehabil* 72 : 679-681, 1991.
- 12) Watson DH, Trott PH : Cervical headache: an investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. *Cephalalgia* 13 : 272-284, 1993.
- 13) Sterling M, Jull G, et al : Development of motor dysfunction following whiplash injury. *Pain* 103 : 65-73, 2003.
- 14) Uhlig Y, Weber BR, et al : Fiber composition and fiber transformations in neck muscles of patients with dysfunction of the cervical spine. *J Orthop Res* 13 : 240-249, 1995.
- 15) Freddy M. Kaltenborn, et al : *Manual Mobilization of the Joints : Volume II The Spine*, 6th edition. *Orthopedic Physical Therapy*, 2012.
- 16) O'Leary S, Jull G, et al : Craniocervical flexor muscle impairment at maximal, moderate, and low loads is a feature of neck pain. *Man Ther* 12 : 34-39, 2007.
- 17) Chiu T, Law E, et al : Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 35 : 567-571, 2005.
- 18) Jull GA, Kristjansson E, et al : Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther* 9 : 89-94, 2004.
- 19) Jull GA, Falla D, et al : The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain. *Man Ther* 14 : 696-701, 2009.
- 20) O'leary S, Falla D, et al : Muscle dysfunction in cervical spine pain: Implications for assessment and management. *J Orthop Sports Phys Ther* 39 : 324-333, 2009.
- 21) Carolyn Richardson, et al : 脊椎の分節的安定性のための運動療法. 齋藤昭彦 (訳), エンタプライズ, 東京, 2002.
- 22) Boyd Clark LC, Briggs CA, et al : Comparative histochemical composition of muscle fibers in a pre- and a postvertebral muscle of the cervical spine. *J Anat* 199 : 709-716, 2001.
- 23) Richmond F, Singh K, et al : Marked nonuniformity of fiber-type composition in the primate suboccipital muscle obliquus capitis inferior. *Exp Brain Res* 125 : 14-18, 1999.
- 24) A.I.Kapandji : カパンジー 機能解剖学 Ⅲ. 脊椎・体幹・頭部 原著第6版. 塩田悦仁 (訳), 医歯薬出版, 東京, 2008.
- 25) Bolton PS, Tracey DJ : Spinothalamic and propriospinal neurons in the upper cervical cord of the rat—terminations of primary afferent fibers on soma and primary dendrites. *Exp Brain Res* 92 : 59-68, 1992.
- 26) Corneil BD, Olivier E, et al : Neck muscle responses to stimulation of monkey superior colliculus. I. Topography and manipulation of stimulation parameters. *J Neurophysiol* 88 : 1980-1999, 2002.

- 27) 藤原勝夫・他：身体各部位の動揺の周波数分析による立位姿勢調節の検討. 体育学研究 30 : 241-248, 1985.
- 28) 越智 亮, 坂野裕洋・他：頸部振動刺激による残存効果が起立動作の重心位置に与える影響. 理学療法科学 21 : 427-432, 2006.
- 29) Jull G, Barrett C, et al : Further clinical clarification of the muscle dysfunction in cervical headache. Cephalalgia 19 : 179-185, 1999.
- 30) Jull G : Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash. J Musculoskel Pain 8 : 143-154, 2000.
- 31) Cholewicki J, Panjabi MM, et al : Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. Spine 22 : 2207-2212, 1997.
- 32) Elliott J, Jull G, et al : Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders: a magnetic resonance imaging analysis. Spine 31 : 847-855, 2006.
- 33) Falla D, Jull G, et al : Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. Exp Brain Res 157 : 43-48, 2004.

〔付 記〕

本研究は、佛教大学個人研究費による研究成果である。

(たにだ そうすけ 理学療法学科)

(うおざき たかし 滋賀医療技術専門学校 理学療法学科)

2018年10月1日受理

