

呼吸運動時の腹横筋活動に着目した
マイナートラブルを呈する産後女性への
効果的な呼吸指導法の研究

布施 陽子

電気通信大学 情報理工学研究科

博士（工学）の学位申請論文

2023年3月

呼吸運動時の腹横筋活動に着目した
マイナートラブルを呈する産後女性への
効果的な呼吸指導法の研究

博士論文審査委員会

主査	水戸 和幸	准教授
委員	板倉 直明	教授
委員	大河原 一憲	教授
委員	山田 哲男	教授
委員	水野 統太	准教授

著作權所有者

布施 陽子

2023年

Research on the effective breathing instruction for postpartum women with “Minor Troubles”, focusing on the transversus abdominis during respiratory exercise

Yoko Fuse

Abstract

Women's health refers to women's health in terms of not only biological aspects, but also behavioral and psychosocial aspects, at each life stage of a woman's life. Due to pregnancy and childbirth, the female body undergoes dramatic changes not only externally, such as body shape and posture, but also internally, such as hormone secretion. Many women with prenatal and postpartum woman suffer from “Minor Troubles” such as low back pain and urinary incontinence. However, regarding the treatment of “Minor Troubles” in Japan, there is a current situation that only some medical institutions can receive treatment including physical therapy. Therefore, there is a need to build evidence for evidence-based clinical activities as physical therapy in the field of women's health.

Lumbar pain is one of the typical “Minor Troubles”. Transversus abdominis exercise is attracting attention as an intervention method for preventing low back pain with the aim of stabilizing the trunk-pelvic girdle. Due to the characteristics of the transversus abdominis, it is located in the deepest layer of the trunk muscle group, so it is often measured using an ultrasonic diagnostic device. Therefore, the exercises on the transversus abdominis has been proven by ultrasound images using an ultrasound diagnostic device. Transversus abdominis evaluation on ultrasound images can confirm the thickness of the transversus abdominis in real time, so it is very effective for subjects who have difficulty in acquiring the sensation of contraction. However, in environments such as home where ultrasound imaging cannot be used, it is often difficult to perform transversus abdominis exercises from the point of view of visualization. In addition, an ultrasound diagnostic device is expensive equipment, and clinically, it is not always installed in all hospitals and clinics. Therefore, an inexpensive and easy measurement method of is required, including in clinical settings.

At present, no specific exercise method has been established that focuses on the transversus abdominis for postpartum women. Postpartum women, especially in the puerperal period, are at high risk of developing low back pain, but high-intensity exercise is not recommended. Therefore, clinically, interventions focusing on the transversus abdominis, which is said to be effective in preventing low back pain, are often performed using low-impact 'breathing' as an exercise task. On the other hand, 'breathing' is a low-impact exercise task, but depending on how one breathes, an excessive increase in intra-abdominal pressure may cause aggravation of back pain and other

“Minor Troubles”. Even for a certain period of time after giving birth, the respiratory pattern during pregnancy continues, and postpartum women who complain of low back pain often have a predominance of thoracic breathing in clinical experience. As an evaluation method for confirming the respiratory pattern, no method has been established to simultaneously evaluate the movement of the chest circumference and abdominal circumference, and clinical evaluation is limited to visual observation. Therefore, there is a demand for an effective breathing instruction method for postpartum women, by specifying breathing evaluation and instruction methods.

Based on the above, the purpose of this study was to devise a breathing method that focuses on the transversus abdominis, targeting prenatal women and postpartum women who have given birth. In addition, we aimed to clarify the effectiveness judgment for “Minor Troubles” by instructing the devised breathing method to postpartum women who showed “Minor Troubles”.

This paper consists of six chapters, and the first chapter describes the current state of physical therapy in the field of women's health, physical changes associated with pregnancy and childbirth, and “Minor Troubles” of postpartum women.

This paper consists of six chapters, and the current state of physical therapy in the field of women's health, physical changes associated with pregnancy and childbirth, and “Minor Troubles” of postpartum women as an introduction in chapter 1.

In Chapter 2, with the aim of clarifying the respiratory characteristics of prenatal women, the relationship between chest and abdominal circumferences during breathing and the thickness of the transversus abdominis was examined using an ultrasonic diagnostic device and an elastic strain sensor (Research 1). As a result, it was suggested that the muscle thickness change of the transversus abdominis can be evaluated by focusing on the movement of the circumference of the abdominal circumference by the stretchable strain sensor. In addition, as a respiratory characteristic of prenatal women, it was clarified that the greater the change in abdominal circumference, the greater the change in transverse abdominis thickness.

In Chapter 3, using the same measurement method as Study 1 described in Chapter 2, the subjects were postpartum women. As a result, no correlation was observed between the chest and abdominal circumferences and the thickness of the transversus abdominis. Therefore, the experience of pregnancy and childbirth itself was thought to be a factor in lowering the movement of the abdomen and the contraction efficiency of the transversus abdominis.

In Chapter 4, we compared the breathing characteristics of prenatal women (Study 1) and those of postpartum women (Study 2) described in Chapters 2 and 3, and devised a breathing instruction for transversus abdominis exercise. As a result, we devised a breathing method of “breathing at a constant rhythm and depth so that the amount of change is 5 mm or more while inflating the abdominal circumference by inhaling and deflating by exhaling”.

In Chapter 5, the breathing instruction devised in Chapter 4 was taught to postpartum women with “Minor Troubles”. As a result, both the change in abdominal circumference and the thickness of the transversus abdominis

muscle increased. In addition, one month after the intervention, she showed an improvement trend in both low back pain and urinary incontinence as “Minor Troubles”. Therefore, it was clarified that the breathing instruction devised in Chapter 4 is effective for postpartum women with “Minor Troubles” as transversus abdominis exercises.

In Chapter 6, the results of this research were described. From the results of this study, it was suggested that the change in the waveform indicating the abdominal circumference measured by the stretchable strain sensor may lead to evaluation of the transversus abdominis muscle. In addition, the breathing method devised in Chapter 4 was effective as an exercise for the transversus abdominis, it was concluded that it was also effective for “Minor Troubles”.

呼吸運動時の腹横筋活動に着目した マイナートラブルを呈する産後女性への 効果的な呼吸指導法の研究

布施 陽子

論文概要

ウイメンズヘルスとは、女性の生涯におけるライフステージにおいて、生物学的な側面だけでなく行動学的、心理社会的な側面の両方にとらえた上での女性の健康を言う。妊娠・出産によって、女性の体は体型や姿勢などの外見上のものだけでなく、ホルモン分泌などの内部面においても劇的な変化を遂げ、妊娠期から腰痛や尿漏れ等のマイナートラブルを呈する女性が多い。出産後は、分娩過程から靭帯だけでなく腹筋群や骨盤底筋群への損傷も生じることから、マイナートラブルの発生率は高く、産後の生活に多大な影響を及ぼす。しかし、我が国におけるマイナートラブルへの対応について、理学療法を含む治療が受けられるのは、一部の医療機関に限られているという現状があり、ウイメンズヘルス分野の理学療法として、根拠に基づく臨床活動のためのエビデンス構築が求められている。

マイナートラブルの代表的疾患として腰痛が挙げられる。体幹-骨盤帯の安定化を目的とした腰痛予防の介入方法としては、腹横筋エクササイズが注目されている。腹横筋の特性上、体幹筋群の最深層に位置していることから、超音波診断装置による計測方法が多い。そのため腹横筋に着目したエクササイズについては、超音波診断装置による超音波画像により立証されている。筆者は超音波画像による腹横筋評価を用いた、効果的なエクササイズ方法として、『健常成人による発声における円唇母音と腹横筋の関係』『健常成人による安静背臥位とストレッチポール上背臥位における腹筋群の関係』『超音波画像による腹横筋の視覚的フィードバック効果』について検証してきた。超音波画像上の腹横筋評価は、リアルタイムに腹横筋厚を確認できるため、収縮感覚を習得することが困難な対象者に対して非常に有効である。临床上、超音波画像を見ながらのエクササイズに加え、円唇母音発声などを用いた呼吸指導や、ストレッチポール上背臥位などの環境設定をすることで、腹横筋活動がさらに増大する経験を持つ。しかし、超音波画像を用いることができない自宅などの環境では、可視化の点から腹横筋エクササイズを行うことが困難である場合が多く、妊娠

期から産後にわたる継続的効果の立証には至っていない。また、超音波診断装置は高額機器であり、臨床上、全ての現場に設置しているとは限らない。また、機器操作にある程度の経験を伴うため、超音波診断装置を患者自身が自宅で操作することは難しく、ポータブル超音波診断装置も普及してきているが、患者への貸し出しなどの環境整備は整っていない。そのため、臨床現場も含め安価で容易な計測方法が求められている。

超音波診断装置を用いた腹横筋の先行研究では、対象者が女性である場合、出産経験の有無については明記されていない。従って、産後女性を対象とした腹横筋に着目した具体的なエクササイズ方法は確立されていないのが現状である。産後女性の特に産褥期にあたる時期では腰痛になるリスクは高い状況にあるが、高負荷なエクササイズは推奨されていない。従って、臨床上、低負荷な‘呼吸’を運動課題とし、腰痛予防として効果的であるとされる腹横筋に着目した介入を行うことが多い。一方で、‘呼吸’は、運動課題としては低負荷であるが、呼吸の仕方次第では過剰な腹腔内圧上昇により腰痛の悪化やその他のマイナートラブルを引き起こす可能性もある。妊娠経過に伴い、多くの妊婦は腹囲周囲径増大により胸式呼吸をとりやすい。産後の一定期間においても、妊娠中の呼吸様式が継続され、腰痛を訴える産後女性ほど胸式呼吸優位であることが臨床経験上多い。呼吸様式を確認する評価法として、胸囲と腹囲の動きを同時に評価する方法は確立されておらず、臨床では目視による評価にとどまっている。そのため、呼吸の評価や指導方法を具体化し、産後女性に対する効果的な呼吸指導法が求められている。

以上により、本研究では、出産未経験者の産前女性と出産経験者の産後女性を対象とし、それぞれの呼吸様式と腹横筋の筋評価を、超音波診断装置に代わる計測方法も用いて検討し、腹横筋に焦点を当てた、具体的な呼吸法を考案することを目的とした。さらに、マイナートラブルを呈した産後女性を対象とし、考案した呼吸法を指導することで、マイナートラブルに対する効果判定を明らかにすることも目的として行った。

本論文は全6章からなっており、第1章では序論として、ウイメンズヘルス分野の理学療法の実状、妊娠、出産に伴う身体変化、産後女性のマイナートラブルについて述べた。先行研究によるウイメンズヘルス分野の理学療法的重要性と問題点にもとづき、本研究の背景を論じた上で、本研究の目的と意義を述べた。

第2章では、超音波画像に代わる腹横筋の評価手法として、伸縮性ひずみセンサを用いることの有効性と、出産経験のない産前女性の呼吸特性を明らかにするため、呼吸時の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を検討した（研究1）。その結果、腹横筋の筋評価として伸縮性ひずみセンサによる腹囲周囲径の動きの大きさに着目することで、腹横筋の筋厚変化を評価できる可能性が示唆された。また、産前女性の呼吸特性として、腹囲周囲径の変化量が大きい

人ほど、腹横筋厚の変化量も大きいという特徴が明らかとなった。

第3章では、第2章で述べた研究1と同様の計測方法を用いて、対象者を産後女性とした。健常な産後女性の呼吸特性を明らかにするため、呼吸時の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を検討した(研究2)。その結果、胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚において相関関係は認められなかった。従って、産後女性の呼吸特性として、腰痛等のマイナートラブルを生じていない健常な産後女性であっても、腹部の動きと腹横筋の動きに関連性が認められないということが明らかとなった。妊娠、出産の経験自体が腹部の動きや腹横筋の収縮効率を低下する要因であることが考えられた。

第4章では、第2、3章で述べた産前女性の呼吸特性(研究1)と産後女性の呼吸特性(研究2)を比較検討し、腹横筋エクササイズとしての呼吸法を考案した。検討事項として、産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の波形について、波形間相関係数と変動係数を挙げた。その結果、波形間相関係数については、産前女性の方が強い相関を示し、変動係数については、腹囲周囲径において産前女性の方が有意に小さい値を示した。産後女性に対して、産前女性の波形に近づけるよう呼吸指導することが、腹横筋厚の変化量増加に繋がるのではないかと考え、呼吸指導として、‘腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませながら、変化量が5 mm以上になるよう一定のリズムかつ深さで呼吸する’という呼吸法を考案した。

第5章では、第4章で考案した腹囲周囲径に着目した腹横筋エクササイズとしての呼吸法を、マイナートラブルを呈した産後女性に対して指導し、介入前後の呼吸変化やマイナートラブルの変化について検討した。その結果、介入後の波形は産前女性の特性に近づく波形となり、腹囲周囲径の変化量、腹横筋厚の変化量ともに増大した。また、介入1ヶ月後のマイナートラブルとして腰痛、尿漏れともに改善傾向を示した。従って、第4章で考案した呼吸法が、腹横筋エクササイズとしてマイナートラブルを呈した産後女性にとって効果的であることが明らかとなった。

第6章では、本研究の結果をまとめ、本研究の成果を述べた。本研究の結果から、伸縮性ひずみセンサによる腹囲周囲径を示す波形変化は、腹横筋の筋評価へ繋がる可能性が示唆され、第4章で考案した呼吸法が腹横筋エクササイズとして効果的であったという点に加え、マイナートラブルに対しても効果的であると結論付けた。

目次

第1章 序論	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 ウィメンズヘルス分野の理学療法	1
1.1.2 妊娠, 出産に伴う身体変化	2
1.1.3 産後女性のマイナートラブル	5
1.1.4 腹横筋と呼吸の関係	6
1.1.5 超音波診断装置による腹横筋厚測定信頼性の検討	7
1.1.6 腹横筋に着目したエクササイズ方法の検討	9
1.2 本研究の目的	10
1.3 本論文の構成	12
第2章 健常女性における胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性 (研究1)	14
2.1 研究背景	14
2.2 目的	14
2.3 方法	14
2.3.1 対象	14
2.3.2 計測方法	15
2.3.3 統計学的分析	22
2.4 結果	22
2.5 考察	25
2.5.1 腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性	25
2.5.2 臨床応用	27
2.6 本章のまとめ	28
第3章 産後女性における胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性 (研究2)	29
3.1 研究背景	29
3.2 目的	29
3.3 方法	29
3.3.1 対象	29
3.3.2 計測方法	30
3.3.3 統計学的分析	30
3.4 結果	30
3.5 考察	33
3.5.1 産後女性の呼吸の特性	33
3.5.2 臨床応用	34
3.6 本章のまとめ	36

第4章	腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案（研究1，2）	
	－産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の波形について比較検討－	37
4.1	目的	37
4.2	方法	38
4.2.1	対象	38
4.2.2	解析方法	38
4.2.3	統計学的分析	38
4.3	結果	41
4.4	考察	43
4.4.1	産前産後での波形の相違点	43
4.4.2	腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案	44
4.5	本章のまとめ	45
第5章	マイナートラブルを呈した産後女性に対する 腹囲周囲径に着目した呼吸指導による介入前後の身体機能変化 －介入1ヶ月後のマイナートラブル変化－（研究3）	46
5.1	研究背景	46
5.2	目的	46
5.3	方法	46
5.3.1	対象	46
5.3.2	計測方法	47
5.3.3	統計学的分析	49
5.4	結果	50
5.5	考察	57
5.5.1	介入前の波形の特徴と問題点	57
5.5.2	介入後の波形の特徴と改善点	58
5.5.3	呼吸指導による個人差	65
5.5.4	胸囲および腹囲周囲径の波形間の時間差	66
5.5.5	介入1ヶ月後のマイナートラブル変化	71
5.6	本章のまとめ	72
第6章	結論	73
6.1	本研究の成果	73
6.2	今後の課題・展望（産後うつ、自律神経系、妊婦を対象）	75
	謝辞	76
	引用文献	77
	関連論文の印刷公表の方法および時期	86
	参考論文の印刷公表の方法および時期	86
	著者略歴	87

本論文における略語

- ASIS = anterior superior iliac spine (上前腸骨棘)
PSIS = posterior superior iliac spine (上後腸骨棘)
TA = transversus abdominis (腹横筋)
MaxC = maximum chest circumference (最大胸囲周囲径)
MiniC = minimum chest circumference (最小胸囲周囲径)
MaxA = maximum abdominal circumference (最大腹囲周囲径)
MiniA = minimum abdominal circumference (最小腹囲周囲径)
TA- MaxC = Transversus abdominis thickness at the MaxC
(最大胸囲周囲径時の腹横筋厚)
TA- MiniC = Transversus abdominis thickness at the MiniC
(最小胸囲周囲径時の腹横筋厚)
TA- MaxA = Transversus abdominis thickness at the MaxA
(最大腹囲周囲径時の腹横筋厚)
TA- MiniA = Transversus abdominis thickness at the MiniA
(最小腹囲周囲径時の腹横筋厚)

第1章 序論

1.1 研究背景

1.1.1 ウィメンズヘルス分野の理学療法

ウィメンズヘルスとは、女性の生涯におけるライフステージにおいて、生物学的な側面だけでなく行動学的、心理社会的な側面の両方でとらえた上での女性の健康を言う[1].

ウィメンズヘルス分野の理学療法は、1912年にイギリスの理学療法士兼助産師であったMinie Randell氏が、産後女性の健康のために開発した運動から始まったとされている[2]. その後1930年代にはアメリカでの産前産後プログラムが提供され、1973年にはオーストラリアの理学療法士であるElizabeth Noble氏によって出産時教育が広がった. その後1999年に世界理学療法連盟であるWorld Congress of Physical Therapy (以下, WCPT) の専門領域の組織として、International Organization of Physical Therapy in Women's Health (以下, IOPTWH) がウィメンズヘルスグループとして正式認可を受けた.

我が国では、2015年に日本理学療法士協会の専門領域の組織として、ウィメンズヘルス・メンズヘルス理学療法部門が設立された. その後2019年にWCPTにおけるIOPTWHに正式加盟した. 従って、我が国のウィメンズヘルス理学療法は歴史上まだ浅い. 2022年現在、我が国では理学療法士の養成課程において、ウィメンズヘルス分野を教授すべき内容として位置づけられていない. しかし、ウィメンズヘルス理学療法の科目を新たに新設する養成校は年々増加傾向にある. 2015年の部門設立以降は海外講師を招いた研修会なども多く開催され、知識を習得する場も年々増している. その一方で、我が国では理学療法士による出産前後の運動指導の実施が、保険診療行為として認められていない現状があり、医療機関での理学療法士の活動は発展途上の状況である. 要因として、我が国におけるウィメンズヘルス理学療法のエビデンスが乏しく、産婦人科医や整形外科医への認知度が低いこと、また、妊婦や産後女性が腰痛などの訴えた際に、理学療法士に相談するという発想がまだ定着していないことが考えられる.

ウィメンズヘルス分野の理学療法は、妊婦や産後女性だけが対象ではなく、閉経後の骨粗鬆症[3]、乳癌[4]、リンパ浮腫[5]など、女性特有の現象に対する理学療法や、無月経の女性アスリートなどに対するコンディショニング[6]も含む. しかし、こうした症状に対して、理学療法を含む治療が受けられるのは、一部の医療機関に限られているという現状がある[7].

女性のヘルスケアが注目されている近年、予防医学の点からも医師と理学療法士が連携をとり、医学介入を行うことは、疾病の予防、機能維持や向上、Quality of

Life（以下、QOL）において重要であると考えられる。先行研究としても、妊娠中の適切な運動は身体的および精神的健康を促進するのに有益であるとの報告や[8]、出産年齢の女性の身体活動レベルを維持、向上させることは、母親に長期的な健康行動を促進させるとの報告がある[9]。さらに、リハビリテーションの介入が切迫早産のリスクを軽減する可能性が示唆されてきた[10]。しかしながら、実際にどのような運動が最適なもので、どのようなリハビリテーションの内容が有効であるかについては明確に議論されていない。そのためにも、我が国におけるウィメンズヘルス分野の理学療法として、根拠に基づく臨床活動のためのエビデンス構築が求められている。

1.1.2 妊娠， 出産に伴う身体変化

妊娠・出産によって女性の体は外見だけでなく心身ともに大きな影響を及ぼす。

妊娠期間は約10ヶ月間であり、胎児の成長に伴い、子宮の容量と重量が増大し、腹囲周囲径や子宮底長の増加により形態的变化が生じる。子宮はその形状から、前方かつ上方へ突出していく[11]。腹部の突出に伴って、妊娠期間は経時的な姿勢変化を生じるが、その変化は個々がそれぞれ異なる姿勢戦略を用いて対応している[12,13]。

また、妊娠を継続するためにエストロゲン、プロゲステロン、リラキシンなどのホルモン分泌が増加する。そのうち、リラキシンは母体の軟部組織のコラーゲン線維に作用し、骨盤周囲の筋や靭帯を弛緩させ[11,14]、出産（分娩）の準備として働いている。一方で、こうした骨盤周囲の組織の緩みから、出産未経験者と比較して妊婦の姿勢不安定性は増大すると言われている[15]。このような姿勢不安定性に対して、健常な妊婦では姿勢保持筋が適切に機能することで対応していると考えられる。骨盤周囲の姿勢保持筋としては、体幹筋群の中で、最も深層に位置される腹横筋が挙げられる。しかしながら、胎児の成長に伴って腹部が突出することで、体幹の前面および外側面を形成している側腹筋群が引き伸ばされるため、腹横筋も同様に伸張される。従って、腹横筋が姿勢保持筋として適切に機能せず、姿勢不安定性が残存する妊婦は多い。このように、形態的变化から姿勢保持筋の機能不全を生じた場合、姿勢戦略として、Kendallら[16]による姿勢分類のうち、sway-back姿勢やflat-back姿勢などの異常姿勢をとり易い[17]（図1.1）。こうした姿勢は、腰背部への過剰な筋膜の伸張や筋収縮による代償を呈する場合が多い。その結果、腰背部、仙腸関節や恥骨結合などへの持続的かつ過剰なメカニカルストレスが生じ、広範囲に及び疼痛を引き起こす可能性がある[11,18]。

さらに、妊娠・出産回数と腹直筋厚との間には有意な負の相関があると言われており[19]、妊娠期間だけでなく出産後においても、伸張された筋が出産前の状態まで回復しない可能性が高い[20]。妊娠中に腹直筋が過剰に引き伸ばされ、白線の幅の増大や腹直筋間の亀裂を伴う腹直筋離開を呈する妊婦は多く、出産（分娩）によ

りその症状は増悪し、体幹機能に大きく影響を及ぼすとされている[21]。こうした腹直筋離開に対するアプローチとしては腹横筋などの深層筋の筋力トレーニングを行うことが効果的であると言われているが[22]、妊娠期間の形態的变化から腹横筋の機能低下を引き起こしている可能性が高いため、治療に難渋する臨床的経験を持つ。

普通分娩では、初産婦で12～16時間、経産婦で5～8時間を要し[23]、分娩の進行は開口期、娩出期、後産期の3期に分けられる。そのうち、娩出期では陣痛と腹腔内圧上昇、骨盤底の弛緩が求められる。そのため、臨床では妊娠37週以降では骨盤底のリラクゼーションに加え、腹横筋収縮練習を実践している[24]。一方で、骨盤底の弛緩が不十分なまま分娩が進むと、会陰裂傷や会陰切開により児頭が出る場合が多く、産後に骨盤底筋群の収縮不全を引き起こし易い[25]。骨盤底の機能障害により生じる症状として、尿失禁や便失禁、骨盤内臓器脱などがあり、妊娠、出産（分娩）に加え、肥満や加齢[26]、分娩時外傷や手術[27]などが原因として報告されている。

産後は、妊娠中に約8～10kg増加した体重が、出産（分娩）により胎児や胎盤などの付属物が排泄されるため約4～6kg減少し、産褥期（分娩直後6～8週間）にはさらに約4kg減少する。従って、体型変化が短期間で最も大きい時期である。このように、産後は著明な体型変化を生じるが、妊娠中に見受けられた特徴的な姿勢が継続されている場合が多く、重心の後方化が特徴的である[28]。産後は、子どもを抱く頻度が高くなるため、体幹の後方化に伴い、重心もさらに後方へ推移していく。さらに、子どもの体重増加により上肢だけで抱くことが困難になると、下半身に対して上半身を回旋した状態で子どもを抱くことが多く、左右非対称な姿勢となり易い[29]。

この他に、産前産後はホルモン分泌の急激な変動、母親自身の環境の変化や育児に伴う疲労など、様々な要因により精神面において不安定になり易く、マタニティブルーや産褥期精神病、産後うつ症状も身体所見のひとつとして問題視されている[30]。



妊婦A



妊婦B

図1.1 姿勢不安定性に対する代償姿勢

妊婦A：sway-back姿勢

胸椎後弯および腰椎前弯の増強，骨盤前方偏位が特徴的であり，腰背部筋膜への過伸張により姿勢を保持している。

妊婦B：flat-back姿勢

股関節が重心線の前方に位置し，胸腰椎の平坦化が特徴的であり，腰背部筋群の過収縮により姿勢を保持している。

1.1.3 産後女性のマイナートラブル

産後女性とは、約10ヶ月の妊娠期間を経て出産を経験した女性をいう。妊娠と出産に伴う女性の身体変化は、体型や姿勢などの外見上のものだけでなく、ホルモン分泌などの内部面においても劇的な変化を遂げる。

妊娠期から約20～40%の女性が腰痛を経験すると言われており[31,32]、疼痛部位は腰背部や仙腸関節部に多い[33]。妊娠後期には増大した子宮により尿管を圧迫し、尿の滞留が生じやすいことから尿路感染症を引き起こし易く[34]、骨盤底への負荷も増大することから腹圧性尿失禁も生じやすい[35,36]。妊娠期より生じるこのような症状はマイナートラブルと言われ、産後も症状が持続され慢性化するケースが多い。特に、妊娠初期より分泌される女性ホルモンの1つであるリラキシンの影響により[14]、骨盤に付着する靭帯が緩むことによる腰痛の発生頻度は高く、妊婦の約70%が経験すると言われている[28]。

出産後は、分娩過程から靭帯だけでなく腹筋群や骨盤底筋群への損傷も生じることから、67%の産後女性が妊娠期からの腰痛が残存し、21.1%の産後女性は産後2年以降も症状が継続すると言われている[37]。また、8.6%の産後女性は以前の妊娠から腰痛が軽快しないまま、次の妊娠をしており、腰痛の症状を抱えながら妊娠期を過ごし、産後まで軽快しなかったとの報告もある[38,39]。さらに、妊娠期から産後に及ぶ姿勢変化の影響により、腰痛や尿失禁が悪化するとの報告もある[40,41]。その他、産後の下肢関節痛や[42]、乳児の抱っこによる手関節への過負荷から腱鞘炎や手根管症候群の発症[43]も多いと報告されてる。このように、妊娠女性や産後女性の多くが経験するマイナートラブルについては、妊娠や出産が病気ではないことや、当事者である女性たちが‘妊娠、出産しているから仕方がない’‘育児中だから仕方がない’という思い込みにより、声が上がりにくい現状がある。出産後の腰痛に関して医療機関に相談をした産後女性は対象者のうち13.2%であったとの報告もあり[44]、医療関係者側からの積極的なかわりが求められている。

諸外国ではこのようなマイナートラブルに対して積極的に理学療法がおこなわれているのに対して、日本では症状を抱える女性への理学療法士の介入に関する報告が少ないのが現状である[45]。

1.1.4 腹横筋と呼吸の関係

体幹筋群は、腹斜筋群や脊柱起立筋群で構成されるアウターユニットと、腹横筋、腰部多裂筋深層線維、骨盤底筋群、横隔膜で構成されるインナーユニットに分類される。表層筋群で構成されるアウターユニットは、脊柱全体としてのダイナミックな運動を担う。一方で、深層筋群で構成されるインナーユニットは、脊柱の分節ごとの動きや呼吸による腹腔内圧を調整し、体幹-骨盤帯の安定化に作用している。

体幹-骨盤帯の不安定性により生じる代表的疾患として腰痛が挙げられる。腰痛の生涯における罹患率は80%以上[46]と高く、腰痛に対する運動療法では、インナーユニットに着目したモーターコントロールによる介入方法が重要視されている。モーターコントロールとは、運動における骨格系、筋系、神経系の機構を相互に調整する機能のことであり、これらの機能不全が腰痛の原因とされている。モーターコントロールの機能再構築は、インナーユニットの機能再構築に繋がる。インナーユニットの中でも腹横筋は、関節運動に関与する主動作筋が収縮する予備動作としてフィードフォワード作用をもつ。フィードフォワード作用とは、たとえば上肢挙上（屈曲）動作を行う直前から腹横筋が活動して、腹腔内圧を上昇させることであり、体幹の安定性に寄与している[47]。このフィードフォワード作用により円滑な上肢挙上動作が遂行できるのである。しかし、腰痛患者ではこのような腹横筋活動が遅延または低下するために腰痛を発症しやすいとされている[48]。そのため、腹横筋強化により、動作に対して、先行活動するインナーユニットの反応性を高め、モーターコントロールによる機能回復へ繋がることによって腰痛の改善および予防が期待できる[49]。

妊娠女性や産後女性は短期間での姿勢変化や出産（分娩）による腹部の構造変化により、腹横筋のフィードフォワード作用が機能しない可能性が高いと考えられる。従って、妊娠女性や産後女性の腰痛において、腹横筋に着目したトレーニング方法やその効果判定に対する症例検討を重ねてきた[50-53]。

腹横筋収縮を促す呼吸様式は、呼気時の腹囲周囲径の減少が特徴的である。腹横筋収縮指導の口頭指示として、ドローインと呼ばれる腹部を凹ませる指導を行う場合が多い。しかしながら、対象者によって腹部を凹ませる位置やタイミング、程度については定まっていない。そのため、実際の臨床では、腹横筋収縮が伴っているか否かについて、次項で述べる超音波画像で腹横筋の動きを確認しつつ、個々に応じた対応をしている。

一方で、吸気時に胸囲周囲径の増大が特徴的な呼吸様式として、胸式呼吸がある。妊婦の呼吸様式は、この胸式呼吸になる傾向が高い。これは妊娠経過に伴う腹囲周囲径増大による要素が大きい[54]。産後の一定期間においても、妊娠中の呼吸様式が継続され、腰痛を訴える産後女性ほど胸式呼吸優位であることが経験上多い。このように必然的に生じる身体変化に対し、産後女性にどのような呼吸指導が

良いのかといった確立された理論は無いのが現状である。

また、呼吸様式を確認する評価法として、胸囲周囲径の動きについてはメジャーの使用が一般的であり、腹囲周囲径の動きは目視での評価にとどまっている。メジャーにより、胸囲周囲径と腹囲周囲径の動きを同時に評価することは困難であり、伸長と縮小の往復動作を正確に計測する方法は確立されていない。

1.1.5 超音波診断装置による腹横筋厚測定信頼性の検討

腹横筋は、側腹筋群のうち最深層に位置するため、触診による評価は困難であり、临床上、徒手的评价に難渋する筋である。これらを踏まえ、近年、超音波診断装置を用いて腹横筋の筋厚を計測する研究が多くなってきている。超音波診断装置と筋電図を使用した腹横筋研究では、腹横筋厚増大は筋活動を示す[55]と報告されており、腹横筋厚の増減を指標にした研究が多くなってきている。触診困難な腹横筋の評価を、超音波診断装置を用いて視覚的評価が可能であれば、临床上、患者の姿勢、動作を観察する際の重要なテストバッテリーとなり得る。さらに、体幹深層筋の超音波診断装置による評価は、セラピストはもちろん、患者自身が収縮感覚を掴むフィードバック効果としても有効である。

腹横筋厚の計測方法については、筆者の先行研究[56]において高い信頼性が認められた。その際用いた計測部位は「解剖学的に内腹斜筋と腹横筋が完全に別個の2層として観察可能な腹横筋中部／下部領域」[57]であり、「肋骨下縁と腸骨稜間に腹横筋中部／下部領域が存在し、上前腸骨棘より2.5 cm内下方で腹横筋収縮がより触知可能部位」[58]とする研究を参考に、上前腸骨棘と上後腸骨棘間の上前腸骨棘側1/3点を通り、床と平行な直線上で、肋骨下縁と腸骨稜間の midpoint とした (図1.2)。その結果、習熟した1人の検者が、計測部位にリニアプローブを当てれば、超音波画像上の腹横筋厚 (図1.3) については、1回計測すれば十分であることが示された [56]。

従って、臨床では前項でも述べたように、腹横筋の収縮確認としては先行研究 [56]を参考に超音波診断装置を使用することが多く、リアルタイムに腹横筋厚を描出しながら呼吸指導を実施している。

1.1.6 腹横筋に着目したエクササイズ方法の検討

体幹筋群へのトレーニングは、脊柱全体の安定性と可動性の維持に貢献し、歩行の安定化に効果的であると報告されている[59,60]。一方で、腰痛に対する体幹トレーニングとして、腹横筋に着目した具体的なエクササイズ方法と有効性については明らかにされていない[61]。

筆者は超音波画像による腹横筋評価を用いた、効果的なエクササイズ方法を検証してきた。健常成人による発声における円唇母音と腹横筋の関係を検証した先行研究では、a,i,eの母音発声よりもu,o（円唇母音）の母音発声でより腹横筋厚が増大することを示した[62]。声の出し方を工夫するだけで、腹横筋収縮が変化するため、多くの臨床場面で活用している。また、健常成人による安静背臥位とストレッチポール上背臥位における腹筋群の関係を検証した先行研究では、安静背臥位よりもストレッチポール上背臥位において、腹横筋厚の増大を示した[63]。支持基底面の小さいストレッチポールを用いることで腹腔内圧を高め、無意識的に腹横筋の収縮が促せるため、随意的収縮が困難な場合でも、腹横筋収縮が容易に行えるエクササイズであると考えられる。妊婦や産後女性を対象とした臨床場面では、ストレッチポールをバルタオルで代用することで、支持基底面を調整した上で活用している。さらに、近年ではポータブル超音波診断装置の普及から、リハビリテーション室だけでなく病棟、病室へ超音波診断装置を移動させることが容易となった。そのため、超音波画像による視覚的フィードバックを用いた腹横筋エクササイズが可能となった。この方法は、超音波画像上の腹横筋厚をリアルタイムで確認できるため、収縮感覚を習得することが困難な対象者に対して実施されることが多い。筋厚増大時の呼吸法が即時的にフィードバック可能であることから、収縮感覚の乏しい対象者に対して非常に有効である。筆者の臨床経験では、超音波画像を見ながらのエクササイズに加え、円唇母音発声などを用いた呼吸指導や、ストレッチポール上背臥位などの環境設定をすることで、腹横筋活動をさらに増大できると考える。

産後間もない産褥期の女性は、出産（分娩）による筋、靭帯損傷が大きいことにより、高負荷の運動は推奨されていない[64]。そのため、臨床では運動負荷の低い呼吸法に着目することが多い。呼吸筋である腹横筋に対する運動療法では、低負荷であるにも関わらず腰痛の改善が認められる産後女性は経験上多い[24,65]。しかし、超音波画像を用いることができない自宅などの環境では、可視化の点から腹横筋エクササイズを行うことが困難である場合が多く、妊娠期から産後にわたる継続的効果の立証には至っていない。

1.2 本研究の目的

女性は、妊娠・出産（分娩）の経験からマイナートラブルを引き起こしやすい[15,20,35,37,42,43]。現在、我が国におけるマイナートラブルへの対応については、根拠に基づく臨床研究が乏しく、ウイメンズヘルス分野の理学療法が提供できる医療機関は限られている。

マイナートラブルの代表的疾患として腰痛が挙げられるが、体幹-骨盤帯の安定化を目的とした腰痛予防の介入方法としては、腹横筋エクササイズが注目されている[49]。腹横筋の特性上、体幹筋群の最深層に位置していることから、超音波診断装置による計測方法が多い。そのため腹横筋に着目したエクササイズについては、超音波診断装置による超音波画像により立証されている[56,62,63]。しかし、超音波診断装置は高額機器であり、临床上、全ての現場に設置しているとは限らない。また、機器操作にある程度の経験を伴うため、超音波診断装置を患者自身が自宅で操作することは難しく、ポータブル超音波診断装置も普及してきているが、患者への貸し出しなどの環境整備は整っていない。そのため、臨床現場も含め安価で容易な計測方法が求められている。

また、超音波診断装置を用いた腹横筋の先行研究では、健常成人を対象としているものがほとんどであり、対象者が女性である場合、出産経験の有無については明記されていない。従って、産後女性を対象とした腹横筋に着目した具体的なエクササイズ方法は確立されていない（表1.1）。産後女性の特に産褥期にあたる時期では腰痛になるリスクは高い状況にあるが、高負荷なエクササイズは推奨されていない[64]。従って、临床上、低負荷な‘呼吸’を運動課題とし、腰痛予防として効果的であるとされる腹横筋に着目した介入を行うことが多い。一方で、‘呼吸’は、運動課題としては低負荷であるが、呼吸の仕方次第では過剰な腹腔内圧上昇により腰痛の悪化やその他のマイナートラブルを引き起こす可能性もある[50-53]。そのため、呼吸の指導方法を具体化し、産後女性に対する効果的な呼吸指導法が求められている。

以上により、本研究では、出産未経験者の産前女性と出産経験者の産後女性を対象とし、それぞれの呼吸様式と腹横筋の筋評価を、超音波診断装置に代わる計測方法も用いて検討し、腹横筋に焦点を当てた、具体的な呼吸法を考案することを目的とした。さらに、マイナートラブルを呈した産後女性を対象とし、考案した呼吸法を指導することで、マイナートラブルに対する効果判定を明らかにすることも目的として行った。

表1.1 対象者の違いによる運動と骨盤帯周囲筋群に関する研究と本研究の位置づけ

項目	対象者					計測機器			計測部位			計測課題		
	成人	女性のみ		マイナートラブルのある対象者		筋電図	超音波診断装置	ひずみセンサ	腹横筋	腹直筋	骨盤底筋群	姿勢	歩行	呼吸
	(男性含む)	出産未経験者	妊娠/出産経験者	腰痛	尿失禁	その他								
先行研究														
Nagai M et al. [12]		●	●									●		
Boissonnault JS et al. [17]			●	●						●				
Ostgaard HC et al. [34]			●	●										
Hay-Smith J et al. [32]			●		●									
Vullo VJ et al. [39]			●			●								
正岡ら 他. [40]			●											
齋藤ら 他. [46]	●			●						●				
布施ら 他. [53, 59, 60]	●						●			●		●		●
Shinichi Net al. [57]	●						●			●	●		●	
McMeeken JMet al. [52]	●						●	●		●				
椿健ら 他. [63]	●								●					●
Sapsford RR et al. [75]	●							●		●				
本研究における実験														
研究 1		●						●	●	●				●
研究 2			●					●	●	●				●
研究 3			●	●				●	●	●				●

1.3 本研究の構成

本論文は全6章から構成されており、第1章では序論として、本研究の背景となる、ウイメンズヘルス分野の理学療法の実状や、女性が妊娠・出産（分娩）に伴い引き起こし易いマイナートラブルについての先行研究を述べた。また、マイナートラブルの代表的疾患である腰痛に対し、腹横筋との関連性も述べた。

第2章では、出産経験のない産前女性を対象とし、産前女性の呼吸特性を検討すべく、胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を超音波診断装置と伸縮性ひずみセンサを用いて調べる。

第3章では、第2章と同様の計測方法を用いて、出産経験のある産後女性を対象とし、産後女性の呼吸特性を検討すべく、胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を調べる。

第4章では、第2・3章で得られた結果に基づき、腹横筋に着目した呼吸法を考案すべく、産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の呼吸特性を示した、ひずみセンサ信号による波形について比較検討する。

第5章では、マイナートラブルを呈した産後女性を対象とし、第4章で考案した腹横筋エクササイズとしての呼吸法を指導し、その介入前後による呼吸特性の違いや介入1ヶ月後のマイナートラブルにどのような影響を及ぼすかを検討する。

第6章では、結論として本研究の結果をまとめ、第5章で得られた研究成果から、第4章で考案した呼吸法のマイナートラブルに対する効果判定を示す。加えて、今後の課題および展望について述べる。

以上の構成を図1.4に示した。

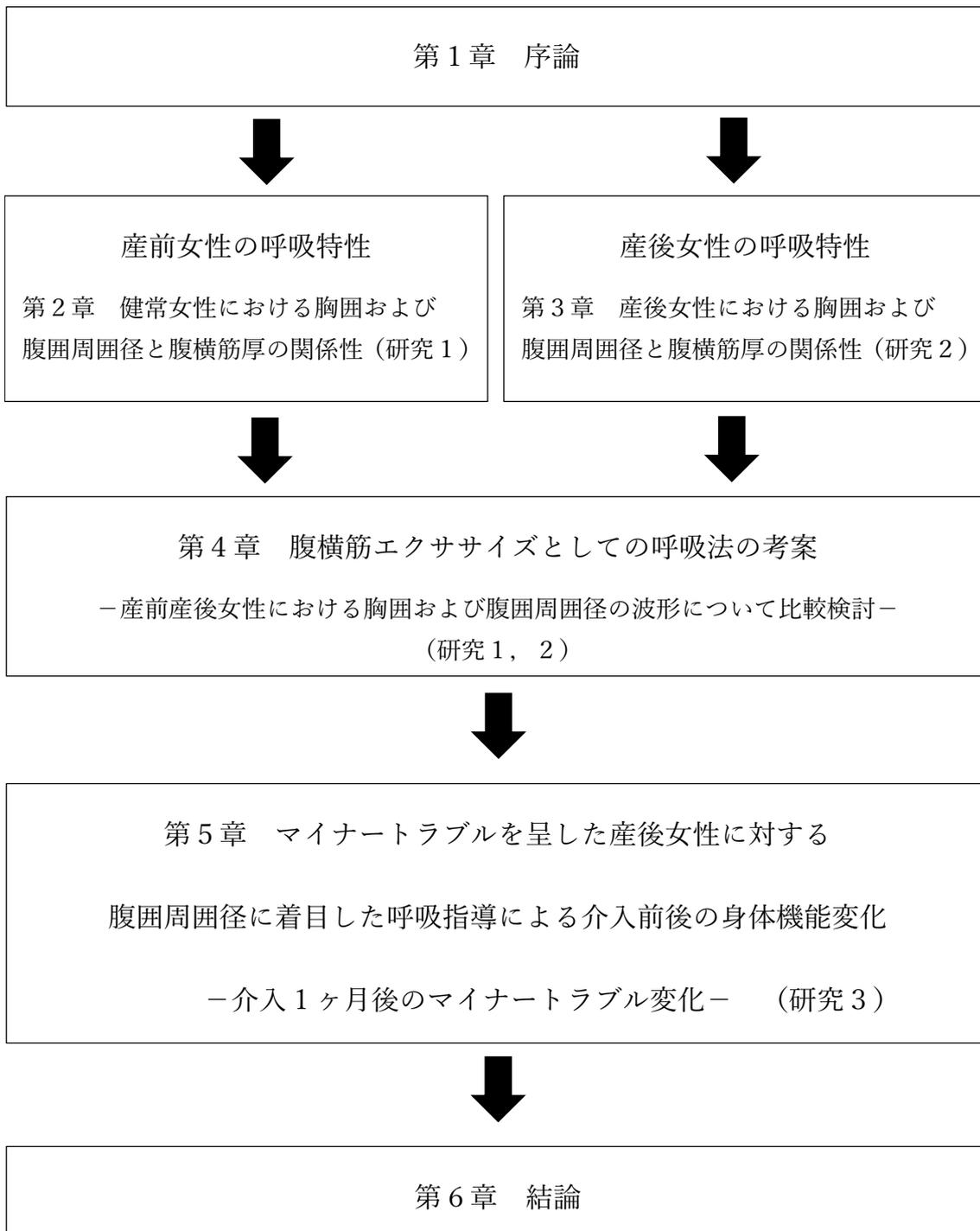


図 1.4 本論文の構成

第2章 健常女性における胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性 (研究1)

2.1 研究背景

近年、優れた柔軟性を持つエラストマー素材を使用した伸縮性ひずみセンサが注目されている[66]。従来のものと比較し、伸縮応答性と柔軟性、検出精度が高いとされ、伸長と縮小の往復動作も再現性を維持しつつ計測可能とされている。一方で、胸郭や腹部の動きを同時に計測することにより、臨床現場における呼吸指導までには至っていない。临床上、腹横筋の機能低下を呈する対象者に対して、胸郭と腹部の動きを評価した上で、超音波画像による腹横筋の評価をすることで呼吸指導を実施している。従って、呼吸指導を行う上で、腹横筋評価としては超音波画像による評価方法を選択している現状がある。

2.2 目的

本研究では、自宅でも簡単に腹横筋エクササイズを行えるようにするため、超音波画像に代わる評価手法として、超音波診断装置よりも安価で、かつ計測が容易な伸縮性ひずみセンサを用いて、出産経験のない産前女性を対象とした呼吸時の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を調べ、産前女性の呼吸特性を明らかにすることを目的とした。

2.3 方法

2.3.1 対象

対象は健常成人女性11名（年齢：27.4±4.75歳，BMI：20.2±1.49kg/m²）とした。除外条件として、妊娠中及び妊娠している可能性のあるもの、出産経験のあるもの、産婦人科系疾患及び呼吸器疾患の既往歴および現病歴のあるもの、内視鏡や開腹手術歴を有するもの、実験の実施に影響を及ぼす精神・心理的疾患を有するものとした。

本研究はヘルシンキ宣言に基づき、研究の目的および方法を十分に説明して同意を得られたものを対象とし、電気通信大学倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：20063）。

2.3.2 計測方法

被験者の計測肢位は両膝屈曲位の背臥位とし（図2.1），自然呼吸の計測を行った．呼吸は，深い呼吸（深呼吸）を促したいことから，8秒間かけて鼻から息を吸い，その後8秒間かけて口から息を吐く方法で8回行った．計測前にはメトロノームを使用してタイミングを制御し十分に練習をし，計測中もメトロノームを使用し，カウントを取りつつ実施した．

計測機器は，伸縮性ひずみセンサC-STRETCH（バンドー化学株式会社）および超音波診断装置（日立メディコEUB-8500）を用いた．呼吸運動時の胸囲周囲径と腹囲周囲径は，胸部（剣状突起を通る周囲）と腹部（臍と恥骨結合の midpoint を通る周囲）の2か所に設置した伸縮性ひずみセンサC-STRETCHで計測した（図2.2）．また，同時に腹横筋厚を超音波診断装置で計測した．超音波診断装置による腹横筋厚の計測部位は，先行研究[56]と同様に，上前腸骨棘と上後腸骨棘間の上前腸骨棘側1/3点を通り，床と平行な直線上で，肋骨下縁と腸骨稜間の midpoint とした（図2.3）．超音波画像は，腹筋層筋膜が最も明瞭で平行線となるまで圧迫した際の画像を記録した．



図2.1 計測肢位

両膝屈曲位の背臥位

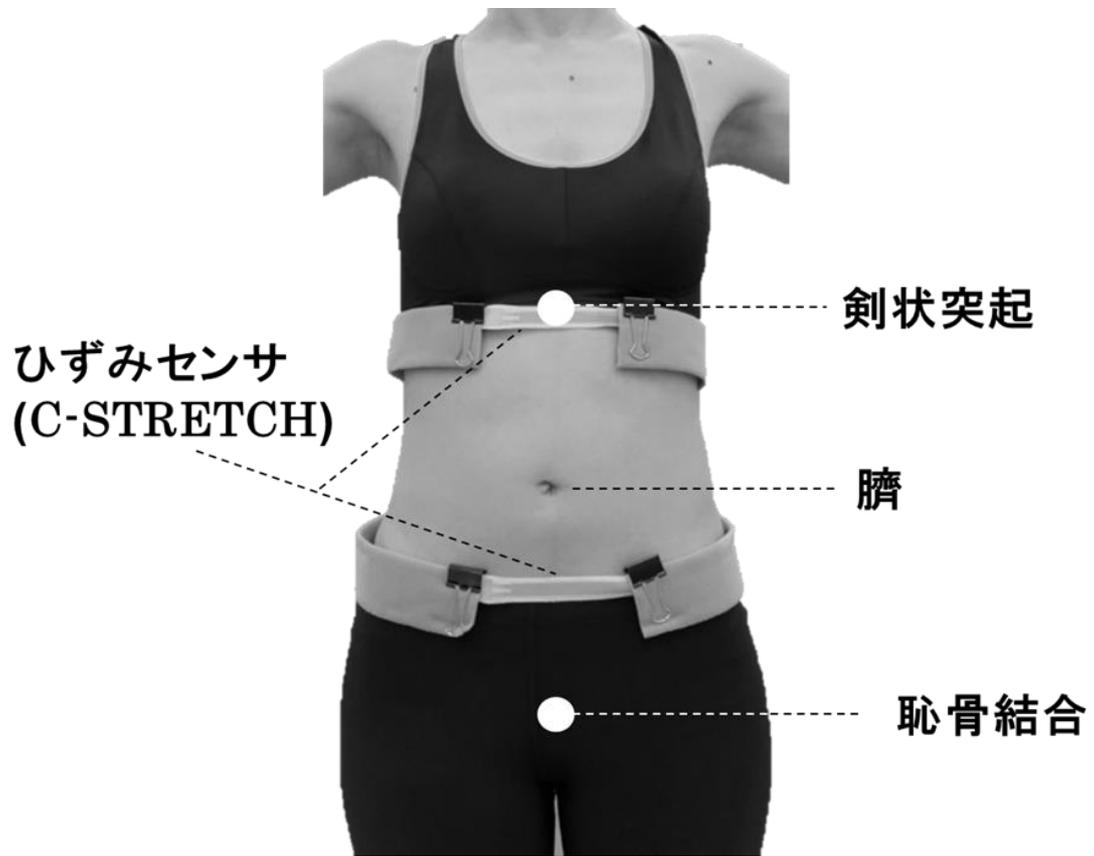


図2.2 伸縮性ひずみセンサ(C-STRETCH)の貼付位置

胸囲周囲径として剣状突起を通る部位，腹囲周囲径として臍と恥骨結合の midpoint を通る部位へ貼付した。

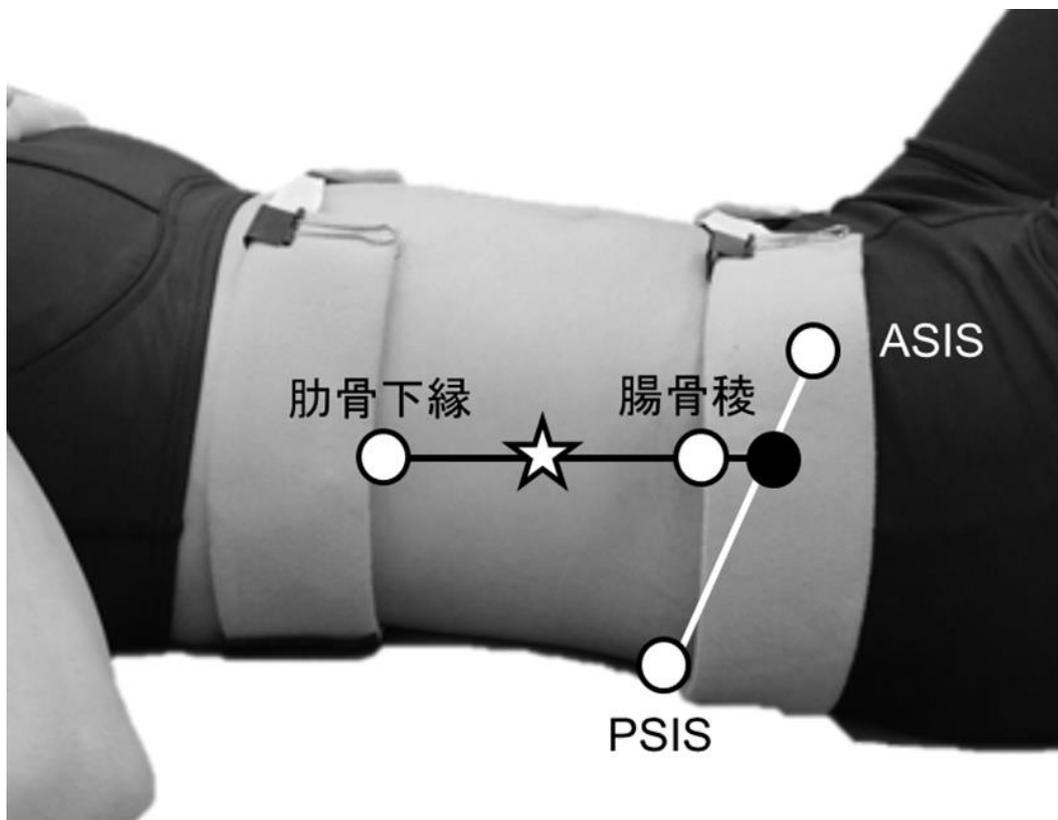


図2.3 超音波プローブの測定位置

上前腸骨棘と上後腸骨棘間の上前腸骨棘側1/3を通る
床と垂直な直線上で、肋骨下縁と腸骨稜間の中点(☆)。

伸縮性ひずみセンサC-STRETCHの特性は素早い伸縮応答性であり，エラストマーフィルム絶縁層と，ナノカーボンの伸縮性導電層の積層体で構成されている．線形性の検討を行い，伸長量と出力電圧に高い相関関係が認められた（図2.4）．呼吸運動時のひずみセンサの信号は，PowerLab 4SP（AD Instruments）を介してLabChart7にてサンプリング周波数100Hzにて計測した．また，超音波診断装置で計測した画像をWEBカメラにて同時にモニター上で録画し，Labchart7のVideo Captureを用いてひずみセンサ信号と超音波画像診断装置の画像を同期させた（図2.5）．

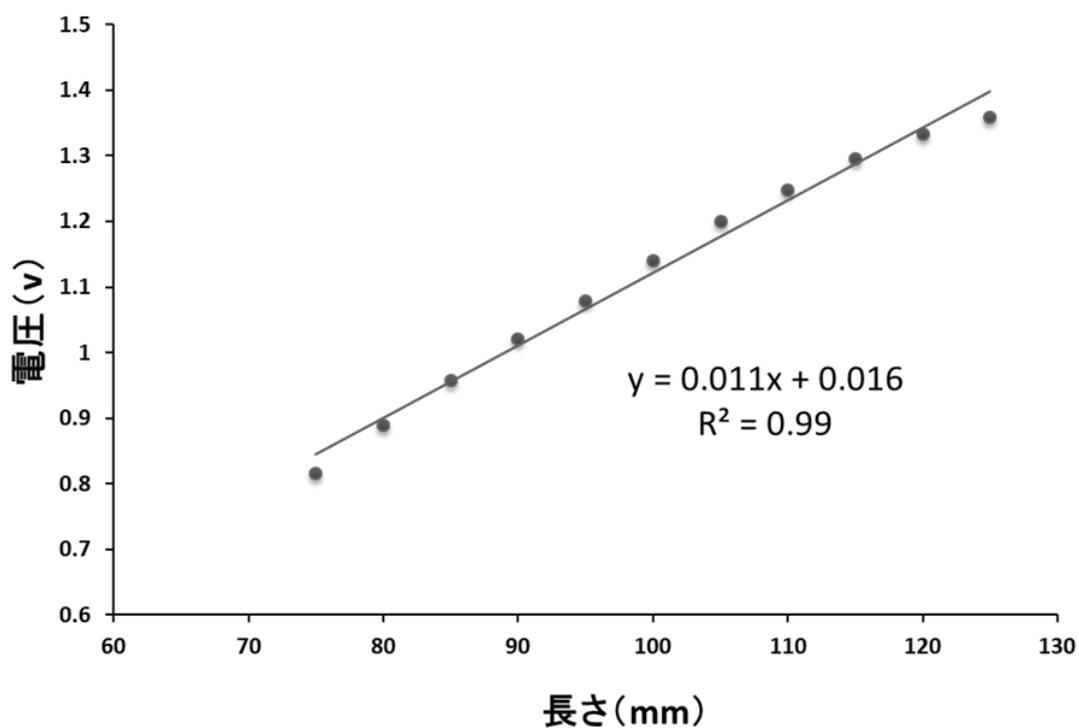


図2.4 伸縮性ひずみセンサの伸張量と出力電圧との関係

センサ部分（静止時：75mm）を5mm毎に，

合計50mm伸張（センサ部位：125mm）させた．

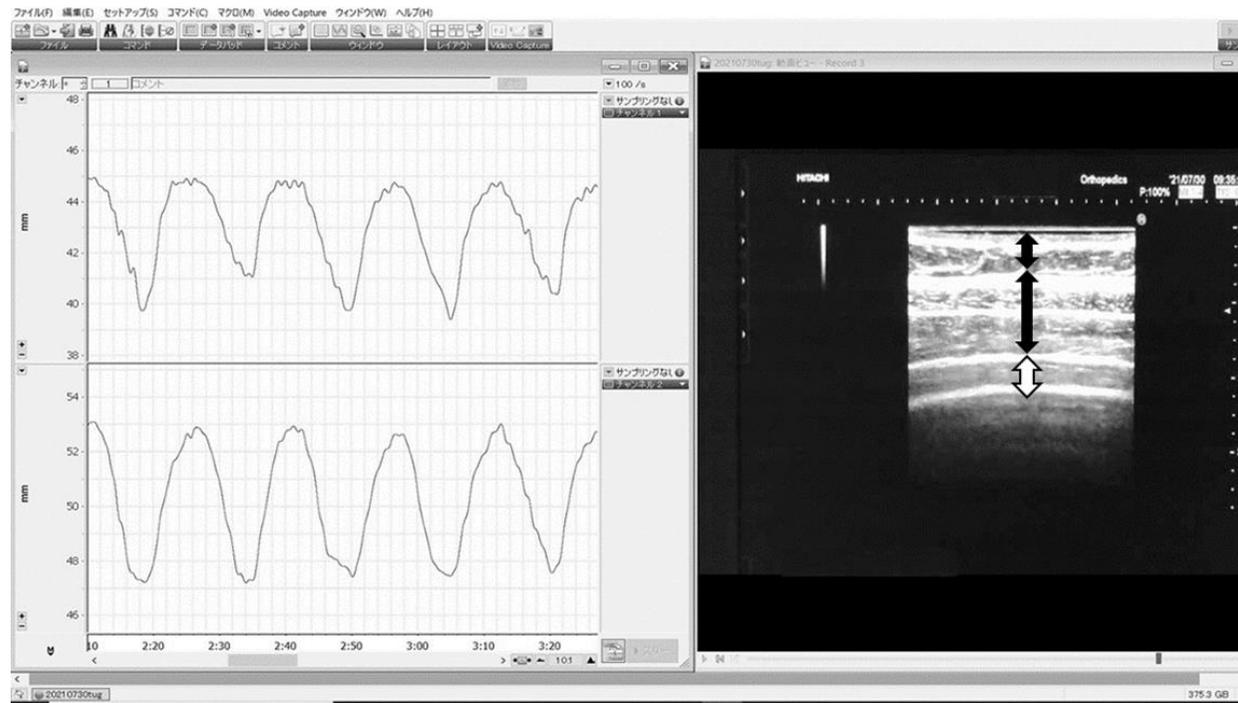


図2.5 伸縮性ひずみセンサ信号と超音波診断装置画像の同期

左図) 伸縮性ひずみセンサ信号

上段：胸囲周囲径のセンサ信号波形， 下段：腹囲周囲径のセンサ信号波形

右図) 超音波診断装置画像

腹筋層筋膜が層状に白く描出された画像が腹部超音波画像であり

最上部(黒矢印↓：脂肪層)，中間部(黒矢印↓：腹斜筋層)，最下部(白矢印↓：腹横筋層)を示す。

計測後の解析区間は、8回の呼吸運動のうち腹囲周囲径の軌跡をもとに、3番目最小値（3呼吸目最大呼気位）から7番目最大値（7呼吸目最大吸気位）までの5呼吸相とした（図2.6）。

計測変数は、胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚とした。1呼吸中の最大胸囲周囲径（Maximum chest circumference：以下、MaxC）、最小胸囲周囲径（Minimum chest circumference：以下、MiniC）、最大腹囲周囲径（Maximum abdominal circumference：以下、MaxA）、最小腹囲周囲径（Minimum abdominal circumference：以下、MiniA）を算出し、その際の腹横筋厚も同時に算出した。それぞれの腹横筋厚においては、最大胸囲周囲径時の腹横筋厚（Transversus abdominis thickness at the MaxC：以下、TA-MaxC）、最小胸囲周囲径時の腹横筋厚（Transversus abdominis thickness at the MiniC：以下、TA-MiniC）、最大腹囲周囲径時の腹横筋厚（Transversus abdominis thickness at the MaxA：以下、TA-MaxA）、最小腹囲周囲径時の腹横筋厚（Transversus abdominis thickness at the MiniA：以下、TA-MiniA）として算出した。その後、1呼吸中の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の変化量を算出した。

胸囲周囲径変化量は式(1)で示される。

$$\text{胸囲周囲径変化量} = \text{MaxC} - \text{MiniC} \quad (1)$$

一方、腹囲周囲径変化量は式(2)で示される。

$$\text{腹囲周囲径変化量} = \text{MaxA} - \text{MiniA} \quad (2)$$

また、最大および最小胸囲周囲径の腹横筋厚変化量（胸囲TA厚変化量）は式(3)で示される。

$$\text{胸囲TA厚変化量} = \text{TA-MaxC} - \text{TA-MiniC} \quad (3)$$

一方、最大および最小腹囲周囲径の腹横筋厚変化量（腹囲TA厚変化量）は式(4)で示される。

$$\text{腹囲TA厚変化量} = \text{TA-MaxA} - \text{TA-MiniA} \quad (4)$$

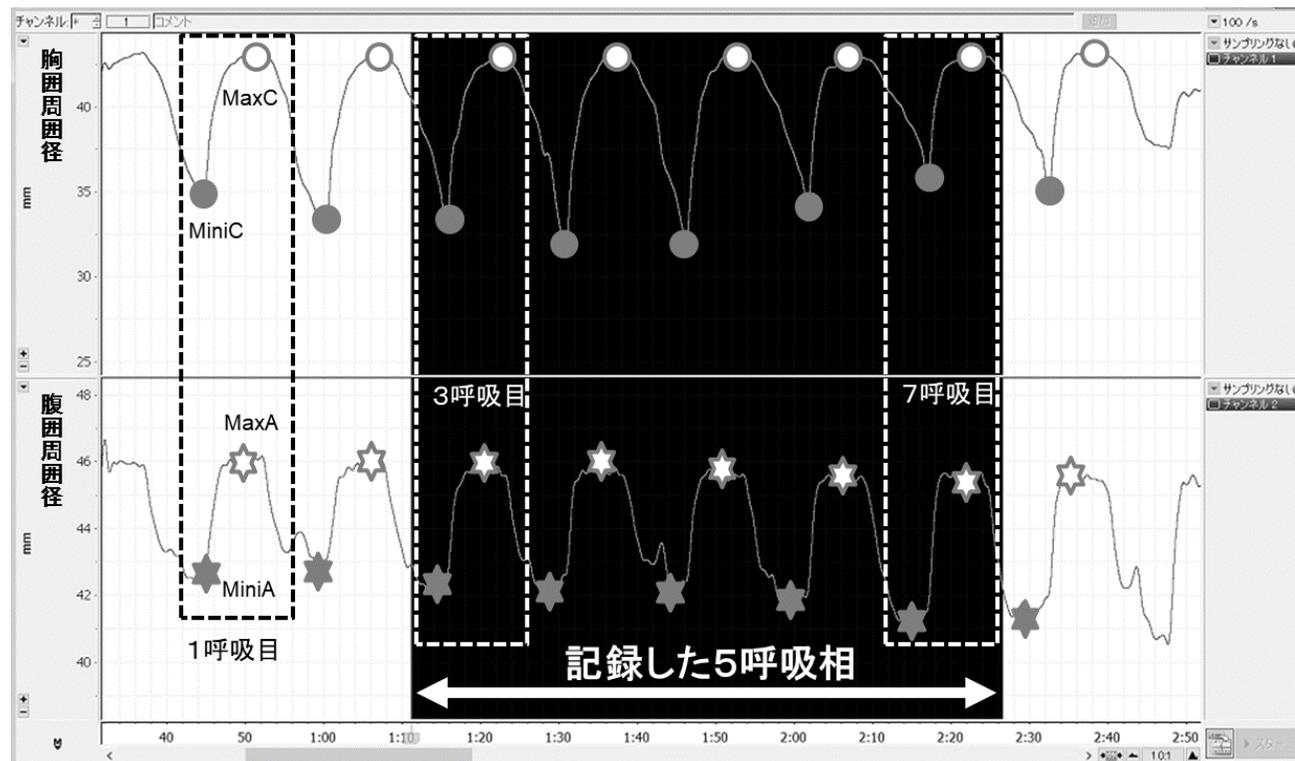


図2.6 記録した5呼吸相

上図) 胸囲周囲径 (MiniC : 最小値 [●] MaxC : 最大値 [○])

下図) 腹囲周囲径 (MiniA : 最小値 [★] MaxA : 最大値 [☆])

腹囲周囲径の軌跡をもとに3番目最小値 (3呼吸目最大呼気位) から7番目最大値 (7呼吸目最大吸気位) までを5呼吸相として記録した。

2.3.3 統計学的分析

解析区間として使用した5呼吸相それぞれにおける胸囲周囲径変化量，腹囲周囲径変化量，胸囲TA厚変化量，腹囲TA厚変化量の平均値を算出した．統計学的分析では，胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量および腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量をSpearmanの順位相関係数を用いて検討した．解析にはSPSSver25（IBM社製）を使用し，有意水準は5%とした．

2.4 結果

各計測項目5呼吸相分5データの平均値を表2.1に示した．各計測項目の平均値を比較すると，腹囲周囲径変化量が大きい対象者ほど腹囲TA厚変化量が大きい傾向がみられた．そこで腹囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量，腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の相関関係を調べた．

胸囲周囲径変化量は，胸囲TA厚変化量と相関関係を認められなかった（ $r=-0.04$, $p>0.05$ ）（図2.7a）．一方，腹囲周囲径変化量は，腹囲TA厚変化量と有意な正の相関を認めた（ $r=0.81$, $p<0.05$ ）（図2.7b）．つまり，腹囲周囲径の変化量が小さいほど腹横筋厚の変化量は小さく，腹囲周囲径の変化量が大きいほど腹横筋厚の変化量は大きかった．

表2.1 各計測項目の平均値(mm)

	胸囲周囲径変化量	腹囲周囲径変化量	胸囲TA厚変化量	腹囲TA厚変化量
A	2.13	15.83	5.10	5.20
B	4.13	4.58	3.10	2.64
C	4.18	6.56	3.10	3.74
D	11.61	6.15	3.72	3.52
E	3.54	4.51	2.96	2.40
F	8.27	5.35	3.48	3.40
G	5.91	7.42	4.48	4.74
H	6.46	4.42	3.06	3.08
I	14.15	3.84	3.18	2.70
J	4.34	1.58	1.86	1.50
K	2.33	11.52	3.24	3.44
Mean ± SD	6.10 ± 3.66	6.52 ± 3.79	3.39 ± 0.80	3.31 ± 0.99

Mean ± SD : 平均値 ± 標準偏差

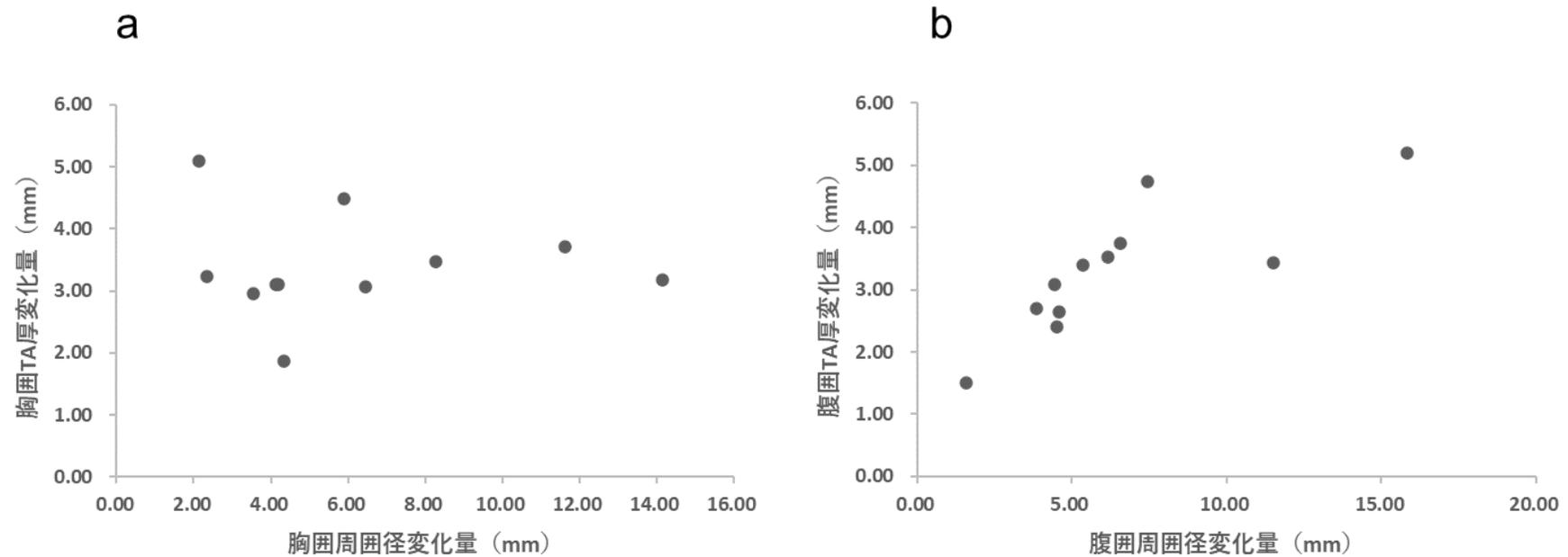


図2.7 胸囲，腹囲周囲径変化量とそれぞれのTA厚変化量の散布図

a：胸囲周囲径変化量は，胸囲TA厚変化量と有意な相関を認めなかった ($r = -0.04, p > 0.05$) .

b：腹囲周囲径変化量は，腹囲TA厚変化量と有意な相関を認め，相関の強さはかなり高い結果となった ($r = 0.81, p < 0.05$) .

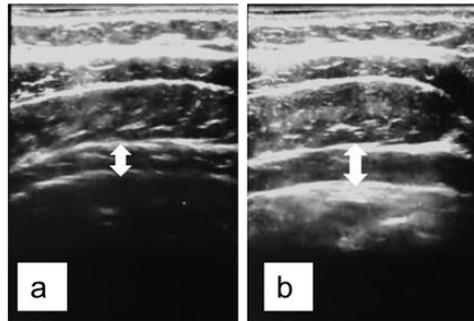
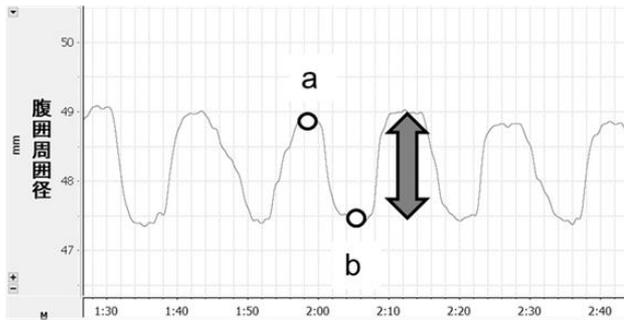
2.5 考察

本研究により、呼吸時の胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量および腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の関係性を調べた結果、腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の間には正の相関を認めた。つまり、腹囲周囲径の変化量が小さいと腹横筋厚の変化量も小さく、腹囲周囲径の変化量が大きいと腹横筋厚の変化量も大きくなるという結果となった（図2.8）。腹横筋の筋評価としては腹囲周囲径の変化量が大きい人ほど、腹横筋厚の変化も大きく、腹部の動きの大きさに着目することで、腹横筋の筋厚変化を評価できると考えられる。

2.5.1 腹囲周囲径と腹横筋筋厚の関係性

腹横筋の筋特性として、最大筋力（MVC）の20%（以下、20%MVC）以下の弱い収縮では、腹横筋厚と筋活動の関連性を認めるが、20%MVC以上では関連性が低下した[67]とされており、筋収縮促進には、低負荷課題が推奨される。本研究で実施した課題である‘呼吸’という活動は、運動としては低負荷なものであり、腹横筋の筋厚変化を増大する目的として呼吸課題を呈したことは有効であったと考えられる。また、本研究結果から腹横筋厚と腹囲周囲径の間に相関関係があったため、腹囲周囲径から腹横筋の筋活動状態を推測できることが示された。従って、筋電図や超音波診断装置で腹横筋厚を計測しなくても、腹囲周囲径により腹横筋の筋厚変化を簡単に推定できることが示唆された。

被験者J



被験者A

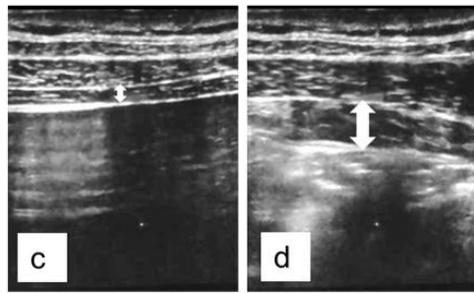
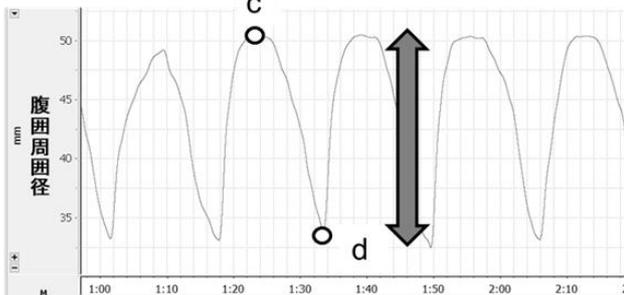


図2.8 腹囲周囲径変化量に伴う腹横筋厚変化量

上図（被験者J）：腹囲周囲径変化量が小さいと腹横筋厚変化量も小さい

a：最大腹囲周囲径と点a時の腹横筋厚（矢印）

b：最小腹囲周囲径と点b時の腹横筋厚（矢印）

下図（被験者A）：腹囲周囲径変化量が大きいと腹横筋厚変化量も大きい

c：最大腹囲周囲径と点c時の腹横筋厚（矢印）

d：最小腹囲周囲径と点d時の腹横筋厚（矢印）

2.5.2 臨床応用

臨床上、腰痛症例では、起き上がりや立ち上がり等の動作初期に呼吸を止めてしまう特徴がある。通常、人は四肢を動かす際に、体幹、骨盤帯を安定させるために腹腔内圧を上昇させるが、腹囲周囲径を小さくすることが困難なケースでは日常生活動作において腹横筋機能不全が生じていると考えられる。また呼吸を一時的に止めることで努力的な腹腔内圧上昇を生じさせているとも考えられる。従って、腹横筋機能不全例では、呼吸を止めて‘いきむ’ことで腹腔内圧上昇を果たしているため、腰痛が生じてしまうと考えられる。このような症例に対しては、腹横筋に焦点を当てたエクササイズではなく、呼吸を中心にしたエクササイズが症状改善に結びつく場合が多い。呼吸器疾患患者に対する腹式呼吸は呼吸困難感緩和に結びつく[68]一方、腹式呼吸の効果的指導方法については議論がある。本研究結果から、指導方法の一つとして、腹部の動きに着目した呼吸指導が腹横筋筋厚変化を随意的に増大させ、呼気量増大につながる可能性が示唆されたと考えられる。さらに、腹横筋収縮を伴った呼吸を獲得した後に、呼気時に動作を施行する指導することで、努力的な腹腔内圧上昇が抑制できるため、息切れの軽減、運動耐容能の拡大にも貢献できると考えられる。呼吸毎に体幹の安定作用を持つ腹横筋が機能していれば、腰痛の‘予防’としての効果も担うことを期待できる。

2.6 本章のまとめ

本章では、伸縮性ひずみセンサC-STRETCHと超音波診断装置を用いて、呼吸時の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を明らかにすることを目的に実施した。また、対象者を出産経験のない健常女性とすることで、産前女性の呼吸特性を明らかにすることも目的に実施した。

計測方法として、伸縮性ひずみセンサC-STRETCHにより呼吸運動時の胸囲および腹囲周囲径の伸張量がひずみセンサの信号と高い相関関係を認めたことから、周囲径変化量を伸縮性ひずみセンサC-STRETCHにて計測した。また、超音波診断装置で計測した超音波画像をWEBカメラにてモニター上で録画し、Labchart7のVideo Captureを用いてひずみセンサ信号と超音波画像を同期させて計測した。

その結果、呼吸時の胸囲周囲径変化量は胸囲TA厚変化量と相関関係を認められなかったが、腹囲周囲径変化量は腹囲TA厚変化量と有意な正の相関関係を認めた。つまり、腹囲周囲径の変化量が小さいと腹横筋厚の変化量も小さく、腹囲周囲径の変化量が大きいと腹横筋厚の変化量も大きくなるという結果となった。このことから、腹横筋の筋評価として、腹囲周囲径の動きの大きさに着目することで、腹横筋の筋厚変化を評価できる可能性が示唆された。さらに、産前女性の呼吸特性として、腹囲周囲径の変化量が大きい人ほど、腹横筋厚の変化量も大きいという特徴が明らかとなった。

第3章 産後女性における胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性 (研究2)

3.1 研究背景

研究1では、超音波画像に代わる評価手法として超音波診断装置よりも安価で、かつ計測が容易な伸縮性ひずみセンサを用いて、出産未経験者を対象とした呼吸時の胸囲周囲径や腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を明らかにした。その結果、腹囲周囲径のみ腹横筋厚との相関関係を認め、腹囲周囲径に着目することで腹横筋厚を推定できることが示唆された。

3.2 目的

本研究では、健常な産後女性の呼吸特性を明らかにするため、研究1と同様の計測方法を用いて、胸囲周囲径および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を検討することを目的とした。

3.3 方法

3.3.1 対象

対象は、健常な未就学児を持つ産後女性10名（年齢：39.7±3.35歳，BMI：20.7±1.44kg/m²，子どもの人数：1.5±1.45人，子どもの年齢：3.8±3.68歳）とした。除外条件として、妊娠中及び妊娠している可能性のあるもの、産婦人科系疾患および呼吸器疾患の既往歴および現病歴のあるもの、内視鏡や帝王切開を含む開腹手術歴を有するもの、実験の実施に影響を及ぼす精神・心理的疾患を有するものとした。

本研究はヘルシンキ宣言に基づき、研究の目的および方法を十分に説明して同意を得られたものを対象とし、電気通信大学倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：20063(2)）。

3.3.2 計測方法

研究1と同様の計測方法をとった（第2章，2.3.2参照）。

3.3.3 統計学的分析

解析区間や統計学的分析についても，研究1と同じ条件下でおこなった。

つまり，解析区間としては，使用した5呼吸相それぞれにおける胸囲周囲径変化量，腹囲周囲径変化量，胸囲TA厚変化量，腹囲TA厚変化量の平均値を算出した．統計学的分析では，胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量および腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量をSpearmanの順位相関係数を用いて検討した．解析にはSPSSver28（IBM社製）を使用し，有意水準は5%とした（第2章，2.3.3参照）。

3.4 結果

各計測項目5呼吸相分5データの平均値を表3.1に示した．各計測項目の平均値を比較すると，TA厚変化量は，ほとんどが1mm以下を示していた．次に，胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量，腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の相関関係を調べた．胸囲周囲径変化量は，胸囲TA厚変化量と相関関係を認められなかった（ $r=0.006$, $p>0.05$ ）（図3.1a）．また，腹囲周囲径変化量も，腹囲TA厚変化量と有意な相関は認められなかった（ $r=0.401$, $p>0.05$ ）（図3.1b）。

表3.1 各計測項目の5呼吸の平均値(mm)

被験者	胸囲周囲径変化量	腹囲周囲径変化量	胸囲TA厚変化量	腹囲TA厚変化量
L	3.88	4.54	0.66	0.56
M	10.34	5.86	0.78	0.58
N	5.04	1.83	0.06	0.08
O	4.19	1.67	0.16	0.16
P	5.35	6.57	0.44	0.36
Q	15.33	4.25	0.74	0.60
R	4.84	8.31	1.32	0.88
S	9.93	4.89	0.60	0.42
T	11.21	2.56	0.14	0.60
U	2.89	1.66	0.62	0.48
Mean ± SD	7.30 ± 3.89	4.21 ± 2.17	0.55 ± 0.36	0.47 ± 0.22

Mean ± SD : 平均値 ± 標準偏差

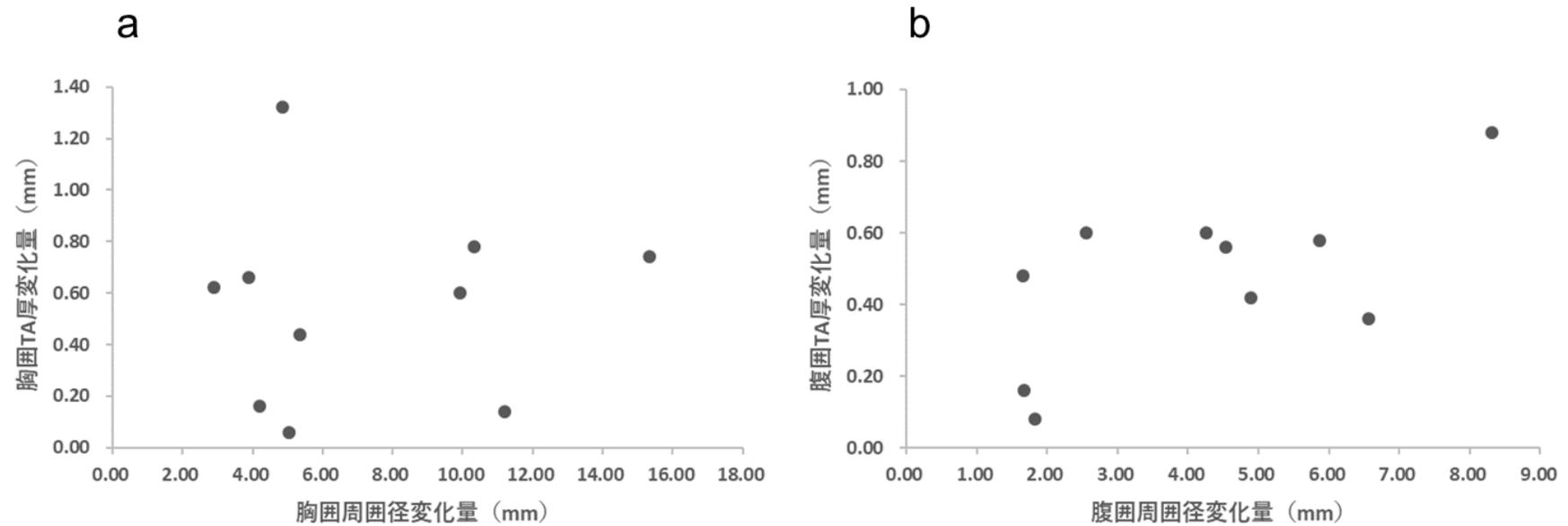


図3.1 胸囲，腹囲周囲径変化量とそれぞれのTA厚変化量の散布図

a：胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量の間に関係は認められなかった ($r = 0.006, p > 0.05$) .

b：腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の間に関係は認められなかった ($r = 0.401, p > 0.05$) .

3.5 考察

本研究により、健常な産後女性を対象とした呼吸時の胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量および腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の関係性を調べた結果、相関関係は認められなかった。

出産未経験者の健常女性を対象とした研究1では、腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の間には正の相関を認めた。つまり、出産未経験者では、腹囲周囲径の変化量が小さいと腹横筋厚の変化量も小さく、腹囲周囲径の変化量が大きいと腹横筋厚の変化量も大きくなるという傾向があったことが示された。本研究は、研究1と同様の計測方法にて実施したが、腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量との間には関係性は認められなかった。本研究と研究1との結果が異なった点として、出産の有無による影響や年齢による加齢の影響が考えられる。

3.5.1 産後女性の呼吸の特性

産後は妊娠早期から出産準備のために筋、靭帯を含む結合組織を弛緩させるリラキシンというホルモンの影響により[14]、骨盤帯を形成する関節が健常者より過剰に動いてしまうと報告されている[69]。腹横筋においては、妊娠により腹部の膨大に伴って最大に伸長された筋厚が、分娩により一気に縮むことから、収縮効率の低下が考えられる。妊娠期から産後に及ぶ骨盤帯への不安定性に対して、体幹-骨盤帯の安定化に寄与する腹横筋が機能しないことは、産後は腰痛が発症しやすい[70]と言われる要因であると考えられる。この状況で加齢に伴う腹横筋の弱化が加われば、体幹-骨盤帯の不安定性を招く可能性は高い。加齢によるメタボリックシンドロームになるリスクは向上するため[71,72]、腹囲周囲径の増大により、腹部の動きの低下が考えられる。妊娠、出産経験者では、腹部の皮膚のたるみによる影響も加わり、さらに腹囲周囲径の動きの低下が予想される。また生活スタイルについて、産後しばらくの間は母親である産後女性は家の中で過ごす時間が多くなり、運動不足になり易い[73]。子どもの食べ残しを食べる機会も多くなるため、食生活の乱れや食べ過ぎてしまう傾向がある[74]。このように、妊娠、出産という経験に加え、加齢や生活スタイルによる要因も十分考えられる。従って、本研究においては、妊娠、出産経験のある健常女性の腹囲周囲径変化量と腹横筋厚変化量の間には相関関係は認められなかったと示唆される。

3.5.2 臨床応用

近年、産後女性の多くが経験するマイナートラブルについては、妊娠や出産が病気ではないことや、当事者である女性たちが‘妊娠、出産しているから仕方がない’という思い込みにより、声が上がりにくい現状がある。マイナートラブルとは、妊娠中や産後において生命の危機には瀕さないが様々な身体症状や不定愁訴を生じる状況を指す[75]。妊娠女性の約60～70%が腰痛を経験すると報告されており[76,77]、出産後も症状が持続され慢性的な状況となってしまう場合が多いと言われている[78,38]。特に産後は分娩直後より24時間の育児が始まり、自分自身への身体のケアについては疎かになる傾向がある。妊娠前の状態まで身体が回復する前段階から、夜中の授乳やおむつ替えなどによる睡眠不足や外出等の行動制限が伴うため、産後女性は妊娠前より体力低下の状態と言える。従って、妊娠中に腰痛の症状がなかった女性でも、育児を通して腰痛を生じる可能性は高い。このように多くの産後女性が直面している腰痛に対して、マッサージ、鍼、リラクゼーションなどの対症療法は実施されているが[76]、効果的かつ具体的な理学療法介入に対する報告は少ない。

本研究結果から、産後女性の呼吸特性として、腰痛等のマイナートラブルを生じていない健常な産後女性であっても、腹部の動きと腹横筋の動きに関連性が認められないということが分かった。また本研究において、呼吸運動時のひずみセンサの信号による胸囲および腹囲周囲径の波形の特徴として、胸囲周囲径の波形は吸気と呼気が一定のリズムで実施されているのに対し、腹囲周囲径の波形は吸気と呼気が一定のリズムで継続できない対象者が多い印象であった(図3.2)。一方で、出産未経験者を対象とした研究1では胸囲および腹囲周囲径ともに吸気と呼気が一定のリズムで波形が示されていた。従って、本研究結果で腹部の動きと腹横筋の動きに関連性が認められなかった要因として、呼吸運動時の腹部の動きが一定ではなかったことも推測できた。

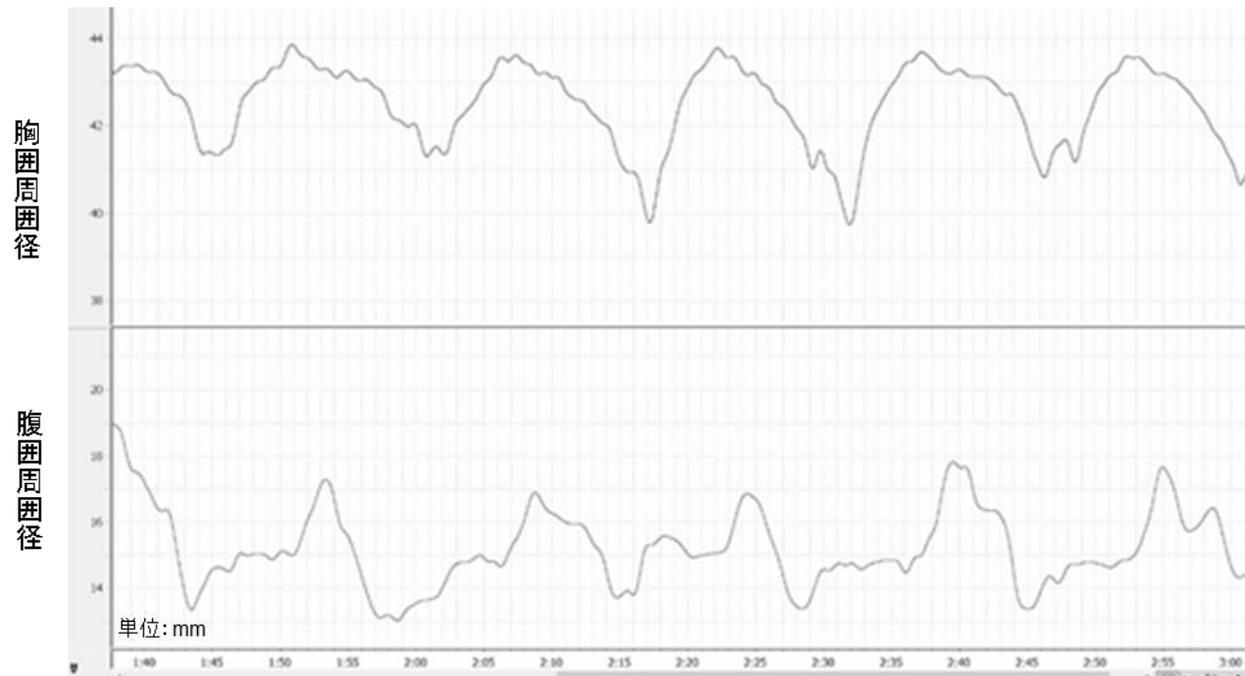


図3.2 産後女性の波形の一例（被験者L）

胸囲周囲径の波形は吸気と呼気が一定のリズムで実施されているのに対し、
 腹囲周囲径の波形は吸気と呼気が一定のリズムで継続できない。

3.6 本章のまとめ

本章では、第2章で実施した内容と同様の計測方法を用いて、対象を出産経験のある健常な産後女性として、呼吸時の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を検討し、産後女性の呼吸特性を明らかにすることを目的に実施した。

健常な産後女性を対象とした、呼吸時の胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量および腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の関係性をそれぞれ調べた結果、相関関係は認められなかった。従って、産後女性の呼吸特性として、腰痛等のマイナートラブルを生じていない健常な産後女性であっても、腹部の動きと腹横筋の動きに関連性が認められないということが分かった。

第4章 腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案（研究1，2）

ー産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の波形について比較検討ー

研究1および研究2では，それぞれの対象者を出産未経験者である産前女性，出産経験者である産後女性として研究を行った。

出産未経験者の産前女性を対象とした研究1では，腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の間には正の相関を認めた。つまり，出産未経験者では，腹囲周囲径の変化量が小さいと腹横筋厚の変化量も小さく，腹囲周囲径の変化量が大きいと腹横筋厚の変化量も大きくなるという傾向があったことが示された。一方，出産経験者の産後女性を対象とした研究2では，研究1と同様の計測方法にて実施したが，腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量との間に関係性は認められなかった。

研究1および研究2での結果が異なった点として，呼吸運動時のひずみセンサの信号による胸囲および腹囲周囲径の波形の違いが考えられた。産前女性を対象とした研究1では，胸囲および腹囲周囲径ともに吸気と呼気が一定のリズムで波形が示されていた。一方で，産後女性を対象とした研究2では，胸囲周囲径の波形は，吸気と呼気が一定のリズムで実施されているのに対し，腹囲周囲径の波形は吸気と呼気が一定のリズムで継続できない対象者が多い印象であった。

従って，研究2で腹部の動きと腹横筋の動きに関連性が認められなかった要因として，呼吸運動時の腹部の動きが一定ではなかったことも推測できた。

4.1 目的

産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の波形について，波形間相関係数と変動係数を比較検討し，腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案を目的とした。

4.2 方法

4.2.1 対象

対象は研究1, 2の被験者とした。研究1での産前女性11名（年齢：27.4±4.75歳，BMI：20.2±1.49kg/m²）と，研究2での産後女性10名（年齢：39.7±3.35歳，BMI：20.7±1.44kg/m²）の計測データを使用した。

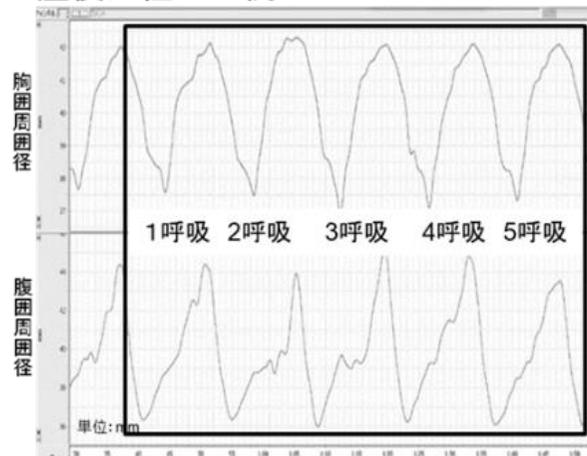
4.2.2 解析方法

胸囲周囲径および腹囲周囲径の波形の軌跡について調べるため，各被験者の呼吸毎に，時間，胸囲周囲径および腹囲周囲径の信号を切り出し（図4.1），5呼吸分の胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形間相関係数を算出した（表4.1, 4.2）。また，呼吸毎の最大値，最小値のばらつきを調べるため，胸囲周囲径変化量および腹囲周囲径変化量の平均値，標準偏差から変動係数を算出した（表4.1, 4.2）。

4.2.3 統計学的分析

統計学的分析では，1）胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形間相関係数，2）胸囲周囲径と腹囲周囲径の変動係数について産前産後それぞれを比較検討した。波形間相関係数と変動係数においては，対象者それぞれに対して5呼吸分の値を算出し，産前産後の平均値の差をWelchの検定を用いて比較検討した。解析にはSPSSver28（IBM社製）を使用し有意水準は5%とした。

産後女性の一例



1呼吸目			2呼吸目			3呼吸目			4呼吸目			5呼吸目		
①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
20.15	41.04	42.56	32.35	39.8	39.82	46.1	40.31	39.58	61	40.67	39.43	77.1	41.54	40.79
20.16	41.05	42.55	32.36	39.81	39.83	46.11	40.32	39.59	61.01	40.68	39.43	77.11	41.54	40.81
20.17	41.06	42.55	32.37	39.83	39.83	46.12	40.33	39.59	61.02	40.68	39.44	77.12	41.54	40.84
20.18	41.06	42.55	32.38	39.84	39.83	46.13	40.34	39.6	61.03	40.69	39.44	77.13	41.54	40.86
20.19	41.07	42.54	32.39	39.85	39.83	46.14	40.35	39.6	61.04	40.7	39.44	77.14	41.55	40.88
20.2	41.07	42.54	32.4	39.87	39.83	46.15	40.35	39.61	61.05	40.71	39.45	77.15	41.55	40.91
20.21	41.08	42.54	32.41	39.88	39.83	46.16	40.36	39.61	61.06	40.71	39.45	77.16	41.55	40.93
20.22	41.08	42.53	32.42	39.9	39.82	46.17	40.37	39.62	61.07	40.72	39.45	77.17	41.55	40.96
20.23	41.09	42.53	32.43	39.91	39.82	46.18	40.38	39.62	61.08	40.73	39.45	77.18	41.55	40.98
20.24	41.09	42.53	32.44	39.92	39.82	46.19	40.38	39.63	61.09	40.74	39.45	77.19	41.56	41
20.25	41.1	42.53	32.45	39.94	39.82	46.2	40.39	39.63	61.1	40.75	39.45	77.2	41.56	41.03
20.26	41.1	42.53	32.46	39.95	39.81	46.21	40.4	39.64	61.11	40.75	39.45	77.21	41.56	41.05
20.27	41.1	42.53	32.47	39.97	39.81	46.22	40.4	39.64	61.12	40.76	39.45	77.22	41.56	41.08
20.28	41.11	42.53	32.48	39.98	39.8	46.23	40.41	39.65	61.13	40.77	39.45	77.23	41.56	41.1
20.29	41.11	42.53	32.49	39.99	39.8	46.24	40.42	39.65	61.14	40.78	39.45	77.24	41.56	41.13
20.3	41.12	42.53	32.5	40.01	39.79	46.25	40.42	39.66	61.15	40.79	39.44	77.25	41.57	41.15
20.31	41.12	42.53	32.51	40.02	39.79	46.26	40.43	39.66	61.16	40.79	39.44	77.26	41.57	41.17
20.32	41.12	42.53	32.52	40.03	39.78	46.27	40.44	39.67	61.17	40.8	39.44	77.27	41.57	41.2
20.33	41.12	42.53	32.53	40.05	39.77	46.28	40.44	39.68	61.18	40.81	39.43	77.28	41.57	41.22
20.34	41.13	42.53	32.54	40.06	39.77	46.29	40.45	39.68	61.19	40.82	39.43	77.29	41.57	41.25
20.35	41.13	42.54	32.55	40.08	39.76	46.3	40.45	39.69	61.2	40.83	39.42	77.3	41.57	41.27
20.36	41.13	42.54	32.56	40.09	39.75	46.31	40.46	39.7	61.21	40.84	39.42	77.31	41.57	41.3
20.37	41.13	42.54	32.57	40.1	39.74	46.32	40.46	39.7	61.22	40.85	39.41	77.32	41.57	41.32
.
.
.

波形(呼吸)	相関係数
1	0.835
2	0.892
3	0.888
4	0.846
5	0.757
Mean	0.843

1. 波形データのうち5呼吸を切り出す.
(産前女性11名, 産後女性10名)

2. 呼吸毎に①時間(sec), ②胸囲周囲径(mm), ③腹囲周囲径(mm)を切り出す.

3. 呼吸毎に②胸囲周囲径(mm)と③腹囲周囲径(mm)の相関係数を算出する.

4. 5呼吸毎の相関係数の平均値を各被験者の波形間相関係数とした.

図4.1 各被験者の波形間相関係数の算出方法

表4.1 産前女性の各計測項目の値

	波形間相関係数	変動係数（胸囲周囲径）	変動係数（腹囲周囲径）
A	0.94	0.12	0.11
B	0.95	0.07	0.07
C	0.88	0.03	0.03
D	0.64	0.11	0.05
E	0.82	0.14	0.14
F	0.96	0.07	0.05
G	0.98	0.09	0.05
H	0.88	0.10	0.11
I	0.76	0.09	0.11
J	0.97	0.11	0.07
K	0.92	0.14	0.11
M±SD	0.88±0.10	0.10±0.32	0.08±0.04

M±SD：平均値±標準偏差

表4.2 産後女性の各計測項目の値

	波形間相関係数	変動係数（胸囲周囲径）	変動係数（腹囲周囲径）
L	0.53	0.34	0.18
M	0.86	0.06	0.22
N	0.71	0.22	0.25
O	0.67	0.16	0.20
P	0.84	0.09	0.06
Q	0.61	0.09	0.32
R	0.68	0.07	0.05
S	-0.94	0.06	0.14
T	-0.31	0.09	0.64
U	0.85	0.07	0.39
M±SD	0.45±0.60	0.13±0.09	0.24±0.17

M±SD：平均値±標準偏差

4.3 結果

1) 胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形間相関係数は、産前女性では強い正の相関を認めたが、産後女性では弱い正の相関を認めた（産前 $r=0.88\pm0.10$ ，産後 $r=0.45\pm0.60$ ）．また，産前産後で比較した結果，産前女性で有意に相関係数が大きかった（ $p<0.05$ ）（表4.3）．

2) 胸囲周囲径と腹囲周囲径の変動係数において，胸囲周囲径については，産前産後ともに有意差は認められなかった（産前 $cv=0.10\pm0.32$ ，産後 $cv=0.13\pm0.09$ ）（ $p=0.35$ ）．一方，腹囲周囲径については，産前女性が産後女性よりも有意に小さい値となった（産前 $cv=0.08\pm0.04$ ，産後 $cv=0.24\pm0.17$ ）（ $p<0.05$ ）（表4.3）．

表4.3 波形間相関係数ならびに胸囲周囲径の変動係数と腹囲周囲径の変動係数の平均値と産前産後での比較

	産前女性 (n = 11)	産後女性 (n = 10)	p 値
波形間相関係数	0.88 ± 0.10	0.45 ± 0.60	0.049*
変動係数 (胸囲周囲径)	0.10 ± 0.32	0.13 ± 0.09	0.35
変動係数 (腹囲周囲径)	0.08 ± 0.04	0.24 ± 0.17	0.016*

n = 21, 平均値 ± 標準偏差, * : p<0.05

4.4 考察

4.4.1 産前産後での波形の相違点

本章により、産前産後での波形間相関係数を比較検討した結果、産前女性の方が強い相関を示し、産前女性は産後女性よりも胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形が時間的变化において同程度の軌跡を示すことが明らかとなった。さらに、産前産後での胸囲周囲径と腹囲周囲径の変動係数を比較した結果、腹囲周囲径において産前女性の方が、変動係数が有意に小さい値を示した。この結果から、産前女性の腹囲周囲径においては、産後女性よりも呼吸の繰り返しによる最大値、最小値が同程度の値を示すことが明らかとなった。

産前産後での波形の相違点として、胸囲周囲径については産前産後ともに同程度の波形を示す一方で、腹囲周囲径については産後女性での波形が様々な軌跡を示す傾向にあった。産後女性は、妊娠中に腹部増大に伴い腹筋群は伸長され続け、出産（分娩）時には伸長された腹筋群が最大収縮するといった経過を持つ。腹横筋も腹筋群の1つとして、このような経過から機能低下が引き起こされた可能性がある。また、産後は出産前の状況まで身体回復しないまま、24時間体制での育児が開始される。育児動作の中でも、授乳姿勢や抱っこ姿勢などは体幹―骨盤帯への負荷が大きいため、マイナートラブルが生じるリスクは常にある状況である。さらに、産後は子ども主体の生活となるため、行動範囲が狭くなる傾向があり、加齢も伴うことによる筋力低下も引き起こしやすい。このような理由で、研究2で対象となった産後女性が、現状マイナートラブルの症状がない状況下でも、腹囲周囲径の波形が乱れる傾向が生じているのではないかと考えた。

つまり、産後女性の波形は、腰痛や尿失禁などのマイナートラブルを生じるリスクが高い状態であると推測された。従って、産後女性に対して、産前女性の波形に近づけるよう呼吸指導をすることで、腹横筋厚の変化量増加に繋がりを、インナーユニット機能が高められ、結果としてマイナートラブル予防、緩和に繋がるのではないかと考えた。

4.4.2 腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案

産前女性の波形に近づけるための具体的な呼吸指導内容として、波形間相関係数の結果から‘胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形が時間的变化において同じ軌跡となるよう練習する’という内容が考えられた。また、変動係数の結果から‘呼吸の繰り返しによる腹囲周囲径の最大値，最小値が同じ値になるよう練習する’という内容も考えられた。

さらに、腹横筋厚のコントロールに関して呼吸の深さを判定する指標として、産前女性の腹囲周囲径変化量に着目した（表2.1）。外れ値を除外した平均値を算出した結果、平均4.93mmの腹囲周囲径変化量を示した。つまり約5mmの腹囲周囲径変化量が生じることができれば、腹横筋厚の変化量も増大傾向を示すことに繋がると考えられた。従って、‘腹囲周囲径の変化量が5mmになるよう練習する’という内容も考えられた。

以上により、産前女性の波形に近づけるような呼吸指導として、‘腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませながら、変化量が5mm以上になるよう一定のリズムかつ深さで呼吸する’という呼吸法を考案した。

4.5 本章のまとめ

本章では、産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の波形について、波形間相関係数と変動係数を比較検討し、腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案を目的に実施した。

その結果、産前産後での波形間相関係数を比較検討した結果、産前女性の方が強い相関を示し、産前女性は産後女性よりも胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形が時間的变化において同程度の軌跡を示すことが明らかとなった。さらに、産前産後での胸囲周囲径と腹囲周囲径の変動係数を比較した結果、腹囲周囲径において産前女性の方が、変動係数が有意に小さい値を示した。この結果から、産前女性の腹囲周囲径においては、産後女性よりも呼吸の繰り返しによる最大値、最小値が同程度の値を示すことが明らかとなった。

産後女性に対して、産前女性の波形に近づけるよう呼吸指導することは、腹横筋厚の変化量増加に繋がり、結果としてマイナートラブルの改善に繋がるのではないかと考察し、具体的な呼吸指導内容を検討した。

呼吸指導内容としては、‘腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませながら、変化量が5 mm以上になるよう一定のリズムかつ深さで呼吸する’という呼吸法を考案した。

5章 マイナートラブルを呈した産後女性に対する 腹囲周囲径に着目した呼吸指導による介入前後の身体機能変化 —介入1ヶ月後のマイナートラブル変化— (研究3)

5.1 研究背景

産前産後女性それぞれを対象とした呼吸時の胸囲および腹囲周囲径と腹横筋厚の関係性を調べた研究1・2では、産前女性は産後女性よりも腹囲周囲径や腹横筋厚の変化量が大きい傾向がみられた。また、産前産後女性それぞれの波形を波形間相関係数と変動係数で比較検討した第4章では、産前女性は産後女性よりも波形間相関係数は大きく、腹囲周囲径の変動係数は小さかった。これは産後女性が妊娠、出産を経た結果、胸囲および腹囲周囲径の動きや、それに伴う腹横筋の活動が産前女性と異なるパターンを示すということが示唆された。従って、産後女性の呼吸を産前女性の呼吸に近づけることで腹横筋の活動が向上し、インナーユニット機能向上によりマイナートラブル予防、改善へ繋がることが考えられた。

5.2 目的

本研究ではマイナートラブルを呈した産後女性に対して、第4章で考案した腹囲周囲径に着目した腹横筋エクササイズとしての呼吸指導を実施し、介入前後の呼吸変化やマイナートラブルの変化について検討することを目的とした。

5.3 方法

5.3.1 対象

対象は、マイナートラブルを呈した未就学児を持つ産後女性10名(年齢： 38.4 ± 2.11 歳，BMI： $20.9\pm 1.33\text{kg/m}^2$ ，子どもの人数： 1.9 ± 1.89 人，子どもの年齢： 3.0 ± 2.92 歳)とした。除外条件として、妊娠中及び妊娠している可能性のあるもの、内視鏡や帝王切開を含む開腹手術歴を有するもの、実験の実施に影響を及ぼす精神・心理的疾患を有するものとした。

本研究はヘルシンキ宣言に基づき、研究の目的および方法を十分に説明して同意を得られたものを対象とし、電気通信大学倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号：21083)。

5.3.2 計測方法

対象者へは事前に問診票によりマイナートラブルとして腰痛、尿漏れについての状況を聴取し、介入後1ヶ月経過した時点でのマイナートラブルの状況についても再度聴取した。問診内容として、腰痛については痛みスケール(VAS)を用いて10段階評価とした。また、尿漏れについては尿漏れによる生活の質(QOL)が、どの程度日常生活を送る上で支障を及ぼしているかについて10段階(日常生活を送る上での支障が最小0、最大10とした10段階)で評価した。さらに、介入後1ヶ月経過した時点で練習頻度についての確認、身体変化について自由記載の項目を設けた。

対象者への計測課題は‘8秒間かけて鼻から息を吸い、その後8秒間かけて口から息を吐く’という深呼吸とし、背臥位(両膝屈曲位)にて8呼吸分を介入前と介入後の2回計測した。

計測機器は研究1・2と同様に伸縮性ひずみセンサC-STRETCH(バンドー化学株式会社)および超音波診断装置(日立メディコEUB-8500)を用いた。また、両機器の同期方法や計測方法は研究1・2と同様のものとし、解析区間も8呼吸のうち3呼吸目から7呼吸目までの5呼吸相と設定した(第2章, 2.3.2参照)。

介入内容は、第4章により考案した呼吸運動を実施した。具体的には‘腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませながら、変化量が5mm以上になるよう一定のリズムかつ深さで呼吸する’という内容で約20分間個別指導した(図5.1)。対象者は設置された伸縮性ひずみセンサの信号による波形を実際に見ながら、‘胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形が時間的変化において同じ軌跡となるようにする’、‘呼吸の繰り返しによる腹囲周囲径の最大値、最小値が同じ値になるようにする’

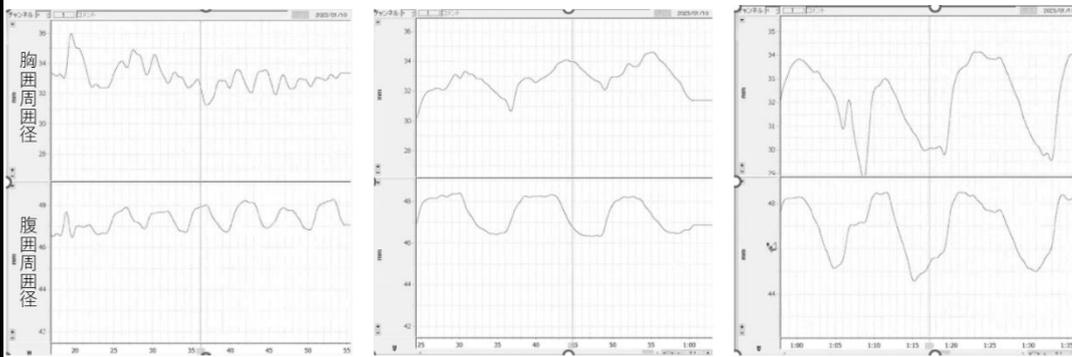
‘腹囲周囲径変化量が5mm以上になるようにする’という点に注意しながら呼吸練習を実施した。指導後のエクササイズ頻度としては、毎日1度は意識した呼吸練習を行うよう伝え、生活リズムの中で起床時や就寝前に呼吸練習を習慣化するよう指導した。

計測変数は、胸囲周囲径および腹囲周囲径と腹横筋厚とし、研究1・2と同様にそれぞれの変化量を算出した(第2章, 2.3.2参照)。



①

腹囲周囲径を動かすことを目的に、下の波形に注目させて呼吸のタイミングに合わせ、吸気で腹囲周囲径が膨らみ、呼気で凹むよう指導する。被験者へは息を吐く際に腹囲周囲径を凹むことを意識させ、指導者は凹むべき腹部へ手を当てながら行う。



呼吸時間：3秒



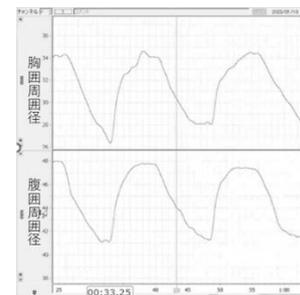
呼吸時間：5秒



呼吸時間：8秒

②

呼吸のタイミングと腹部の動きが合うことを確認した上で、呼気と吸気での腹囲周囲径変化量が5mm以上になるよう練習する。変化量の増大がみられてきたら、呼吸時間を3秒、5秒と徐々に長く設定しながら練習する。最終的に8秒毎の呼吸（吸気/呼気）をしつつ、呼吸毎の腹囲周囲径の波形が同じ軌跡となるよう指導する。被験者の意識としては、最大呼気時に1つ前の波形を基準に同程度の波形を描くよう調整しつつ息を吐くよう指導する。



呼吸時間：8秒

③

8秒毎の呼吸で腹囲周囲径変化量が5mm以上獲得できた上で、胸囲周囲径の波形にも注目させ、胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形が上下で同じ軌跡を描くよう指導する。

図5.1 具体的な呼吸指導内容手順 (①→②→③)

5.3.3 統計学的分析

統計学的分析では、まず介入前後での1) 胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚み変化量、2) 腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量をSpearmanの順位相関係数を用いて、変化量の違いを比較検討した。

その後、3) 胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形間相関係数、4) 胸囲周囲径と腹囲周囲径の変動係数について介入前後で比較検討した。波形間相関係数と変動係数においては、対象者それぞれに対して5呼吸分の値を算出し、介入前後の平均値の差を比較検討した。

さらに、介入1ヶ月経過後に腰痛、尿漏れについて聴取した問診票の回答から、5) 腰痛スケール(VAS)、6) 尿漏れによるQOL (10段階評価) について介入前で比較検討をした。

介入前後の違いについては、Wilcoxonの符号付順位検定を用いて検討した。解析にはSPSSver28 (IBM社製) を使用し有意水準は5%とした。

5.4 結果

介入前後それぞれの計測項目値を表5.1, 表5.2に示し, 各項目1~6の結果を以下に示した. また, 介入1ヶ月後の聴取により, 練習頻度については1回/日は全ての対象者が呼吸練習を実施し, 生活の中で意識した呼吸を心掛けたとの回答を得られた. 介入1ヶ月後に聴取した問診票の自由記載については表5.3に示した.

1) 胸囲周囲径変化量と胸囲TA厚変化量において, 介入前後で有意な相関関係は認められなかった (介入前: $r=0.0001$, $p>0.05$, 介入後: $r=-0.30$, $p>0.05$).

また, 変化幅の違いとして, 胸囲周囲径変化量は介入前後で差は認められなかったが ($p>0.05$), 胸囲TA厚変化量は介入前 $0.70\pm 0.13\text{mm}$ から介入後

$3.34\pm 0.65\text{mm}$ と有意に増大した ($p<0.01$) (図5.2a, 表5.4).

2) 腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量において, 介入前は相関関係を認めたが有意差は認められなかった ($r=0.62$, $p>0.05$). 一方, 介入後では有意な相関関係を認めた ($r=0.64$, $p<0.05$). また, 変化幅の違いとして, 腹囲周囲径変化量は介入前 $4.44\pm 1.97\text{mm}$ から介入後 $9.83\pm 3.02\text{mm}$ と有意に増大し ($p<0.01$), 腹囲TA厚変化量も介入前 $0.66\pm 0.11\text{mm}$ から介入後 $3.62\pm 0.53\text{mm}$ と有意に増大した ($p<0.01$) (図5.2b, 表5.4).

3) 波形間相関係数は介入前 $r=0.50\pm 0.56$ から介入後 $r=0.75\pm 0.22$ と介入後で高い傾向にあったが, 介入前後で差は認められなかった ($p>0.05$) (表5.4).

4) 変動係数において, 胸囲周囲径は介入前後で差を認められなかったが

($p>0.05$), 腹囲周囲径については介入前 0.21 ± 0.13 から介入後 0.08 ± 0.05 と有意に減少した ($p<0.01$) (表5.4).

5) 腰痛スケール (VAS) は介入前 5.7 ± 1.35 から介入1ヶ月後 1.4 ± 0.80 と有意に減少した ($p<0.01$) (表5.4, 図5.3).

6) 尿漏れによるQOL (10段階評価) は介入前 3.6 ± 2.46 から介入1ヶ月後 2.0 ± 1.34 と有意に減少した ($p<0.05$) (表5.4, 図5.4).

表5.1 介入前の各計測項目の値

	胸囲周囲径変化量(mm)	胸囲TA厚変化量(mm)	腹囲周囲径変化量(mm)	腹囲TA厚変化量(mm)	波形間相関係数	変動係数 (胸囲周囲径)	変動係数 (腹囲周囲径)
a	4.79	0.92	8.02	0.80	0.68	0.08	0.07
b	11.67	0.50	2.50	0.54	-0.13	0.05	0.50
c	4.18	0.60	4.68	0.54	0.71	0.25	0.14
d	3.36	0.60	3.42	0.54	0.93	0.13	0.29
e	15.33	0.76	4.28	0.64	0.58	0.09	0.31
f	10.54	0.68	5.77	0.70	0.86	0.05	0.24
g	5.04	0.58	1.83	0.68	0.70	0.22	0.25
h	4.61	0.78	1.89	0.56	0.82	0.13	0.15
i	5.14	0.74	6.74	0.78	0.84	0.13	0.06
j	9.52	0.88	5.33	0.82	-0.95	0.08	0.10
M ± SD	7.42 ± 3.84	0.70 ± 0.13	4.44 ± 1.97	0.66 ± 0.11	0.50 ± 0.56	0.12 ± 0.06	0.21 ± 0.13

M ± SD : 平均値 ± 標準偏差

表5.2 介入後の各計測項目の値

	胸囲周囲径変化量(mm)	胸囲TA厚変化量(mm)	腹囲周囲径変化量(mm)	腹囲TA厚変化量(mm)	波形間相関係数	変動係数 (胸囲周囲径)	変動係数 (腹囲周囲径)
a	2.76	3.40	13.30	4.36	0.81	0.20	0.01
b	11.31	4.20	6.17	3.54	0.88	0.10	0.16
c	1.37	3.18	7.68	2.86	0.27	0.40	0.15
d	1.78	3.76	12.12	4.18	0.94	0.10	0.12
e	5.41	3.42	13.62	3.50	0.88	0.10	0.04
f	13.89	3.26	9.03	3.22	0.96	0.06	0.07
g	4.57	1.72	4.01	3.00	0.76	0.08	0.09
h	12.51	3.24	12.01	3.98	0.41	0.11	0.05
i	4.19	4.10	11.23	4.34	0.92	0.16	0.06
j	7.88	3.14	9.12	3.20	0.64	0.10	0.09
M ± SD	6.57 ± 4.34	3.34 ± 0.65	9.83 ± 3.02	3.62 ± 0.53	0.75 ± 0.22	0.14 ± 0.09	0.08 ± 0.05

M ± SD : 平均値 ± 標準偏差

表5.3 介入1ヶ月後までに各対象者に生じた身体変化（自由記載より抜粋）

身体変化
お通じが快調になった，便秘がよくなった，便通がよくなった，次の日に便が出た
夜ゆっくり寝られるようになった，快眠になった
朝、呼吸することで便が出る日が多い印象がある （育児等で）イライラしているとき呼吸で落ち着く気がした
意識して動きはじめに呼吸をすることで痛みがだいぶ楽になった
トイレまで我慢できるようになった
お腹を凹ませることで咳・くしゃみでの漏れが減った
咳・くしゃみでお腹を意識すると少し漏れが減った
お腹を意識すると咳で漏れにくくなった
お腹を凹ませると咳やくしゃみで漏れがわずかになった

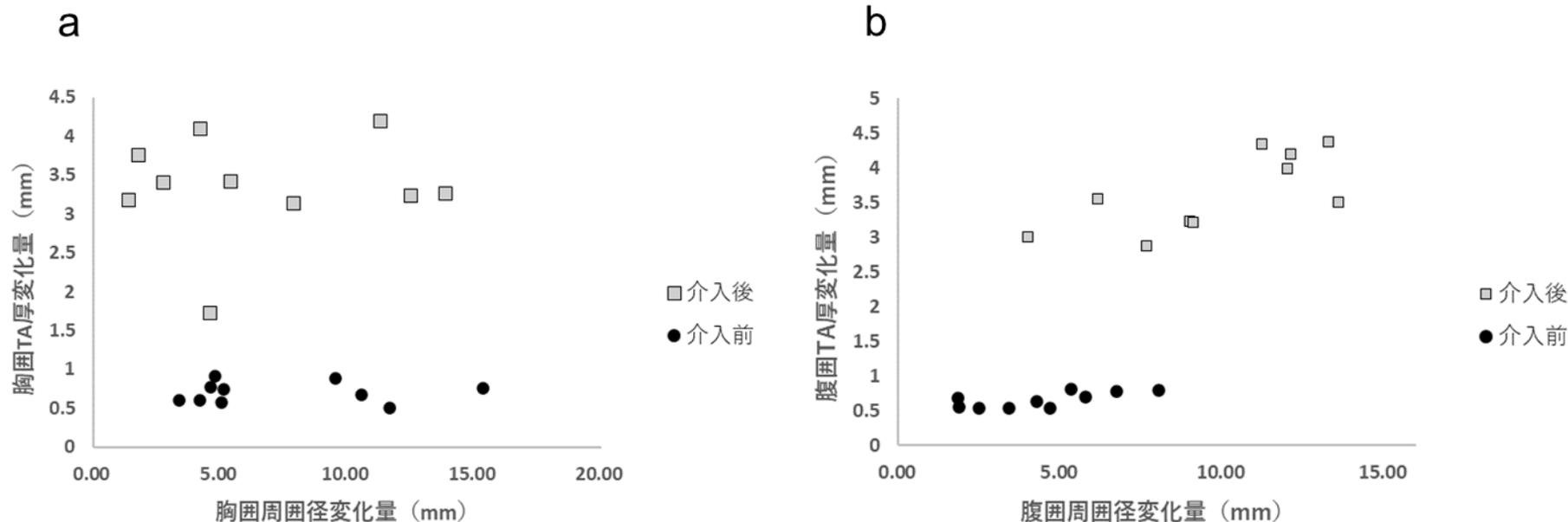


図5.2 介入前後の胸囲，腹囲周囲径変化量とそれぞれのTA厚変化量の散布図

- a : 介入前：胸囲周囲径変化量は胸囲TA変化量と有意な相関は認められなかった ($r=0.0001$, $p>0.05$) .
 介入後：胸囲周囲径変化量は胸囲TA変化量と有意な相関は認められなかった ($r=-0.30$, $p>0.05$) .
 胸囲周囲径変化量については介入前後で有意な差は認められなかったが ($p>0.05$) ,
 胸囲TA厚変化量については介入前後で有意な差を認めた ($p<0.01$) .
- b : 介入前：腹囲周囲径変化量は腹囲TA変化量と有意な相関を認めた ($r=0.62$, $p>0.05$) .
 介入後：腹囲周囲径変化量は腹囲TA変化量と有意な相関を認めた ($r=0.64$, $p<0.05$) .
 腹囲周囲径変化量，腹囲TA変化量ともに介入前後で有意な差を認めた ($p<0.01$) .

表5.4 各計測項目の平均値と介入前後での比較

	介入前 (n = 10)	介入後 (n = 10)	p 値
胸囲周囲径変化量(mm)	7.42 ± 3.84	6.57 ± 4.34	0.29
胸囲TA厚変化量(mm)	0.70 ± 0.13	3.34 ± 0.65	0.005**
腹囲周囲径変化量(mm)	4.44 ± 1.97	9.83 ± 3.02	0.005**
腹囲TA厚変化量(mm)	0.66 ± 0.11	3.62 ± 0.53	0.005**
波形間相関係数	0.50 ± 0.56	0.75 ± 0.22	0.20
変動係数 (胸囲周囲径)	0.12 ± 0.06	0.14 ± 0.09	0.39
変動係数 (腹囲周囲径)	0.21 ± 0.13	0.08 ± 0.05	0.009**
痛み(VAS)	5.7 ± 1.35	1.4 ± 0.80	0.005**
尿漏れによるQOL(10段階評価)	3.6 ± 2.46	2.0 ± 1.34	0.027*

n = 10, 平均値 ± 標準偏差, * : p<0.05, ** : p<0.01
ノンパラメトリック検定 Wilcoxonの符号付順位検定

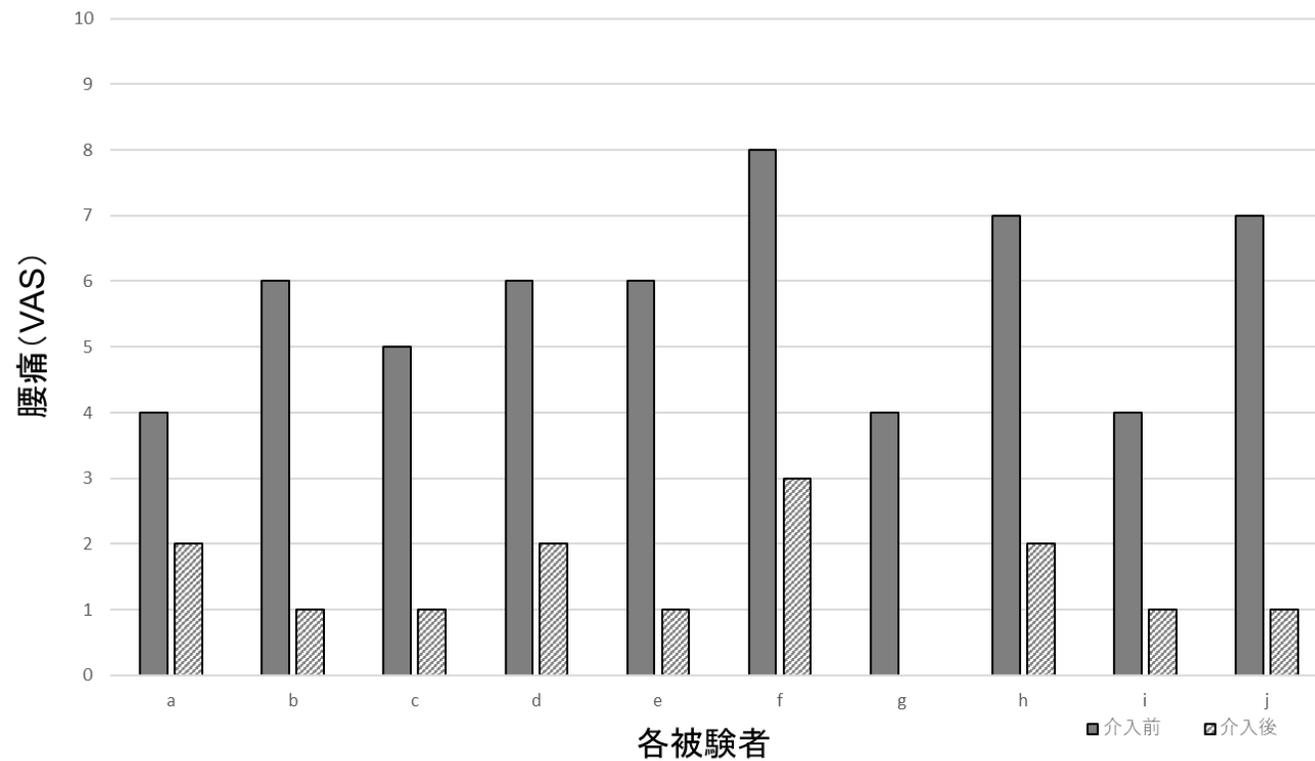


図5.3 介入前後による各対象者の腰痛（VAS）変化
 腰痛（VAS）については介入前に比べ介入後で有意に数値が減少した
 （平均値：介入前 5.7 ± 1.35 ，介入後 1.4 ± 0.80 ， $p < 0.01$ ）。

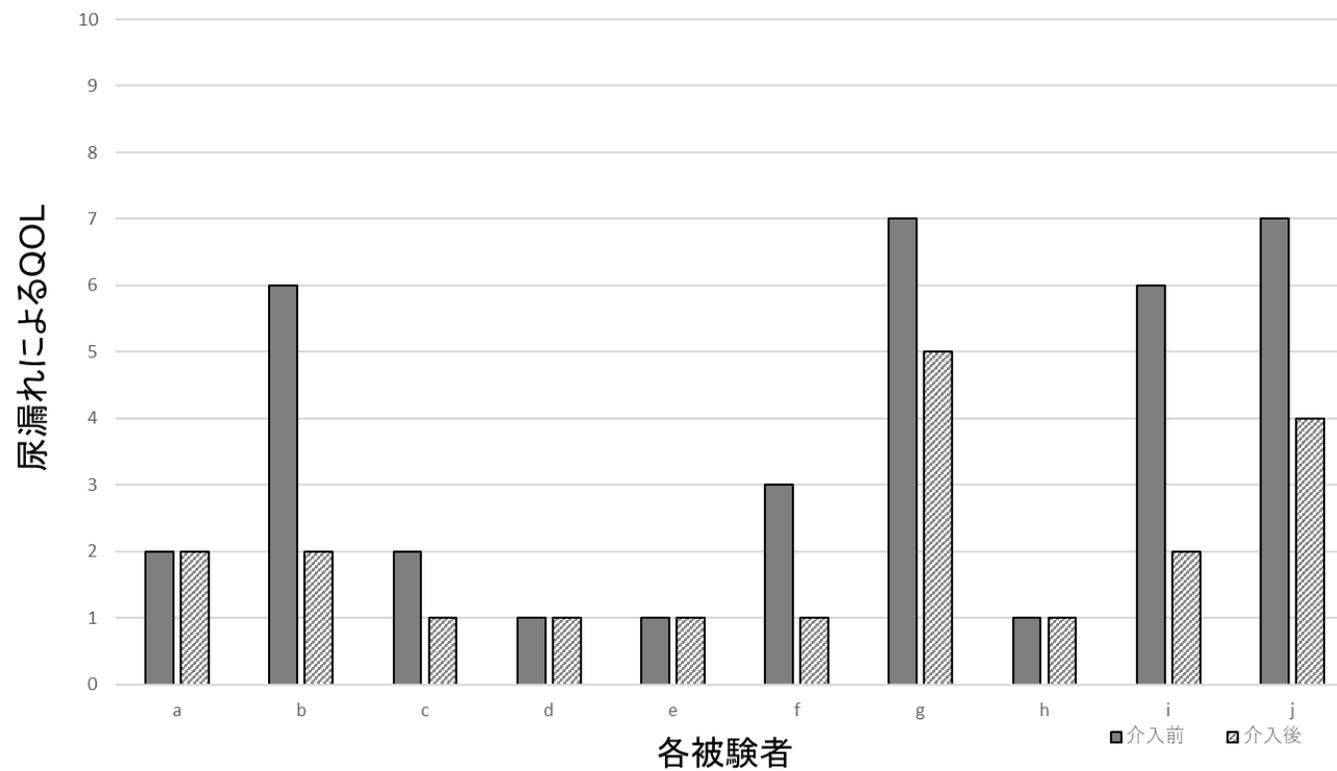


図5.4 介入前後による尿漏れによるQOL変化

尿漏れによるQOLについては介入前に比べ介入後で有意に数値が減少した

(平均値：介入前 3.6 ± 2.46 , 介入後 2.0 ± 1.34 , $p < 0.05$) .

5.5 考察

本研究により、マイナートラブルを呈した産後女性を対象に呼吸指導を行った結果、介入後の腹囲周囲径変化量、胸囲TA厚変化量、腹囲TA厚変化量は有意に増大し、介入1ヶ月後のマイナートラブルとして腰痛、尿漏れともに改善傾向を示した。従って、第4章で考案した腹囲周囲径に着目した呼吸指導内容が、腹横筋エクササイズとしてマイナートラブルを抱える産後女性にとって効果的であることがわかった。

5.5.1 介入前の波形の特徴と問題点

介入前の波形では、‘腹囲周囲径の波形が山なりの軌跡になっていない’対象者が多く、‘腹囲周囲径の波形が吸気時に下方向の波形、呼気時に上方向の波形を示す’といった特徴を示すものもあった。

腹囲周囲径の波形が山なりの軌跡とならず、上下動を繰り返してしまう状態は、呼気流量をコントロールできない結果、吸気相、呼気相に分けられず、山なりの波形を示せないことが考えられる。呼気流量の調整は腹腔内圧の調整によるものであり、腹腔内圧調整機構を担う代表的な筋は腹横筋と言われている[79]。産後女性は、研究2より妊娠・出産を経験していることにより、腹横筋の機能低下を引き起こしている可能性が高い。マイナートラブルを抱える産後女性では、体幹一骨盤帯の安定化を担う腹横筋がさらに機能低下を呈していることが予想される。従って、この波形の特徴から、腹横筋の機能低下による呼気流量のコントロール不全が考えられた。

また、吸気時に下方向の波形、呼気時に上方向の波形を示す呼吸は逆腹式呼吸と言われている。逆腹式呼吸とは、胸式呼吸と腹式呼吸を組み合わせた呼吸運動であり、吸気時には胸式呼吸と同様に下部胸郭を拡大し、呼気時には腹圧をかけて下腹部を突出し、上腹部がやや陥凹する呼吸様式である。逆腹式呼吸の特徴としては、吸気時・呼気時共に腹圧がかかるために、脊柱前面に大きな梁構造が常時形成され、全身運動時の脊柱への負担が減少することが挙げられる。腹式呼吸との違いとしては、腹腔内圧が逆腹式呼吸の方が常に高い傾向にあることが挙げられる[80]。また筋電図による腹横筋の筋活動を調べた研究では、腹式呼吸の方が逆腹式呼吸よりも約10倍の筋活動を示したとも報告している[80]。このように逆腹式呼吸は、腹横筋の筋活動は腹式呼吸よりも低い状態にありながら、常に腹腔内圧を高めている呼吸と言える。出産経験のない健常女性であれば、逆腹式呼吸による腹腔内圧上昇の際、腹横筋の筋活動においては伸張性収縮を呈しつつ体幹一骨盤帯の安定化が保持できていることが予想される。その結果、脊柱の負担を軽減するといった利点へ繋がると考えられる。しかしながら、本研究の対象者であるマイナートラブルを呈した産後女性の腹横筋は妊娠過程を経て伸びきっていることが予想され、伸張性収縮としての機能を生じていない可能性が高い。従っ

て、本研究での対象者が逆腹式呼吸を選択している場合、腹横筋が適切に機能していない状況下で腹腔内圧が上昇したため、腰痛や尿漏れに繋がっていたのではないかと考えた。

以上により、介入前の波形の特徴から、腹横筋の機能低下による呼気流量のコントロール不全や腹横筋が機能していない状態での腹腔内圧上昇が考えられた。

5.5.2 介入後の波形の特徴と改善点

本研究では、介入後の波形の変化として、胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形間相関係数、腹囲周囲径の変動係数、腹囲周囲径変化量を介入前後で比較検討することで効果判定を行った。

波形間相関係数に着目した指導内容としては、‘胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形が時間的变化において同じ軌跡となるようにする’という点に注意して呼吸練習を行った。その結果、波形間相関係数が介入後で高い傾向を示したことから介入前と比較すると胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形がより同じ軌跡を呈することができたと考えられた（図5.5：症例b）。介入前に逆腹式呼吸の呼吸様式を呈していた症例についても、介入後は腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませる腹式呼吸の呼吸様式へ変化した（図5.6：症例j）。

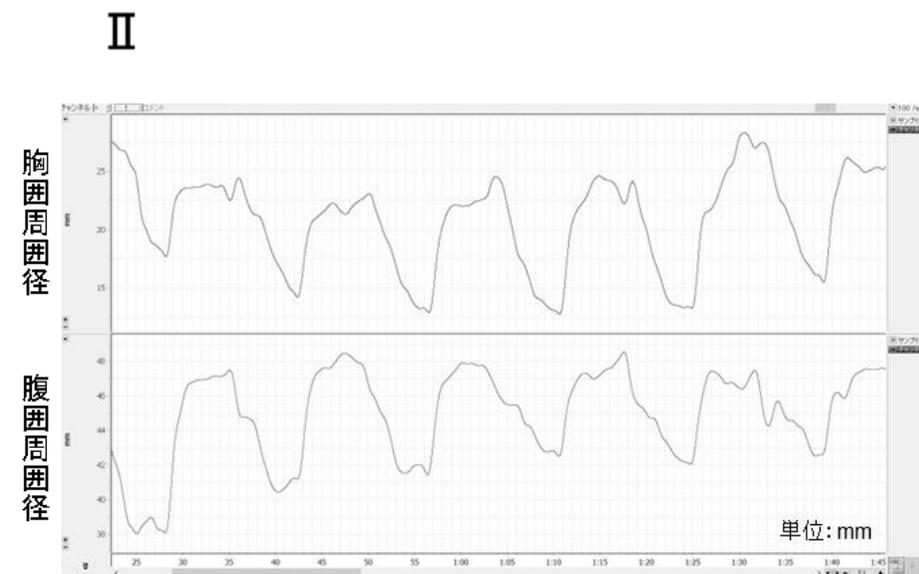
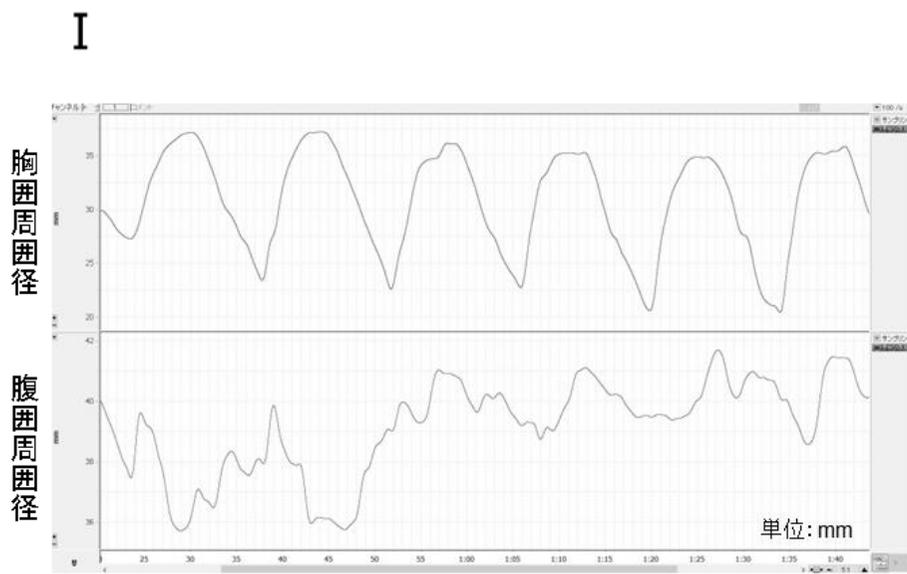


図5.5 介入後の波形間相関係数が高くなった一例（被験者b）

介入前と比較して、介入後の波形間相関係数は高くなった。

I：介入前の波形（波形間相関係数 $r=-0.13$ ）

II：介入後の波形（波形間相関係数 $r=0.88$ ）

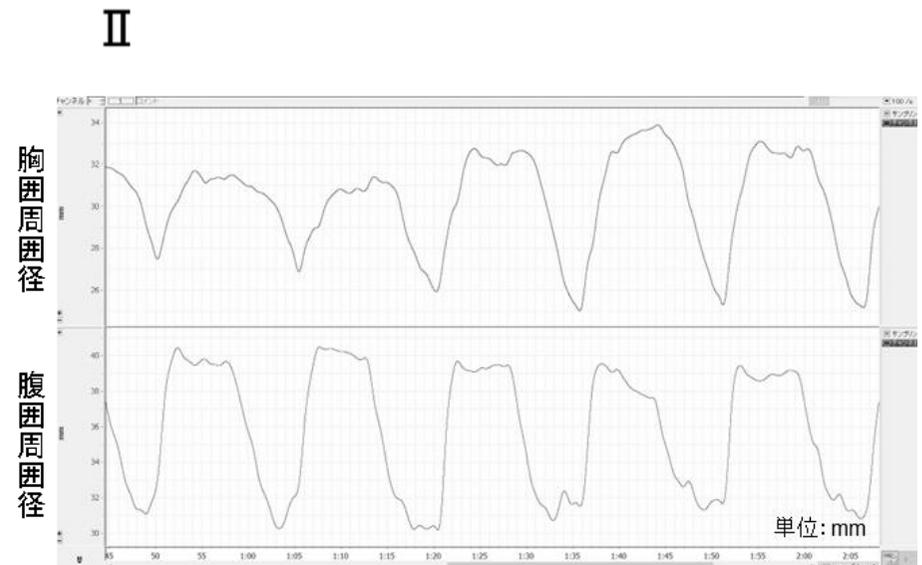
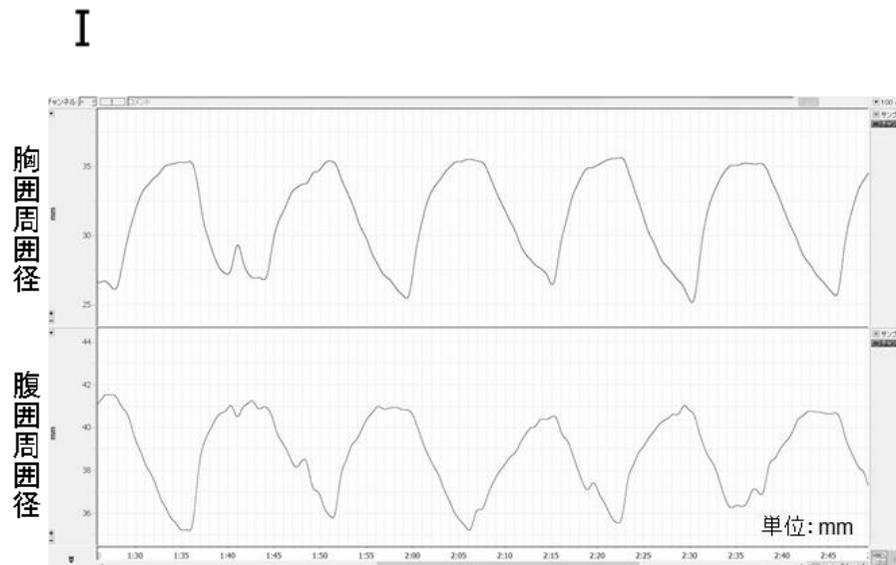


図5.6 介入後，腹囲周囲径の波形が反転した一例（被験者j）

介入後，呼吸様式が逆腹式呼吸から腹式呼吸へ変化した．

I：介入前の波形

腹囲周囲径の波形が吸気時に下方向の波形，呼気時に上方向の波形．

II：介入後の波形

腹囲周囲径の波形が吸気時に上方向の波形，呼気時に下方向の波形．

また、変動係数に着目した指導内容としては、‘呼吸の繰り返しによる腹囲周囲径の最大値、最小値が同じ値になるようにする’という点に注意して呼吸練習を行った。その結果、腹囲周囲径の介入前後での変動係数が、介入後で有意に減少したことから、介入後での腹囲周囲径の最大値、最小値が同程度の数値を示せたと考えられた（図5.7：症例e）。

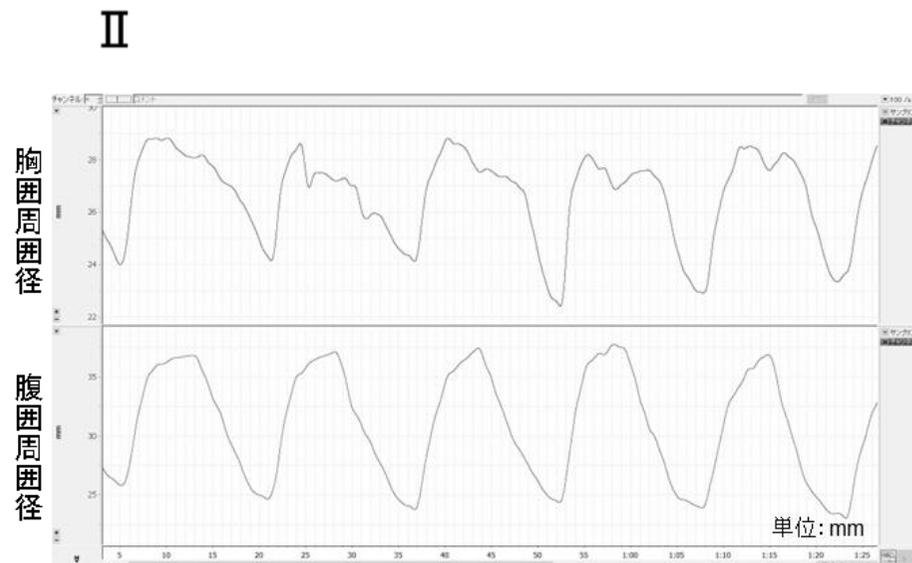
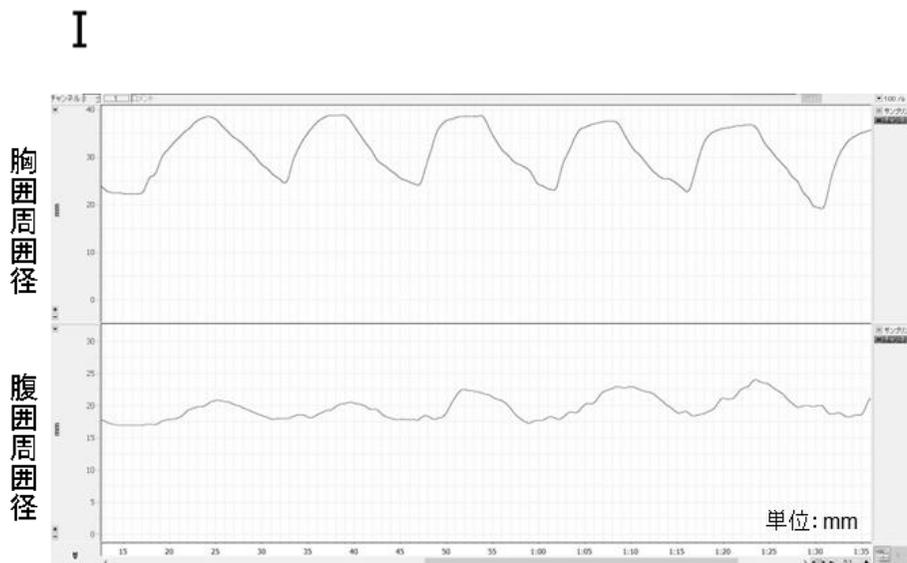


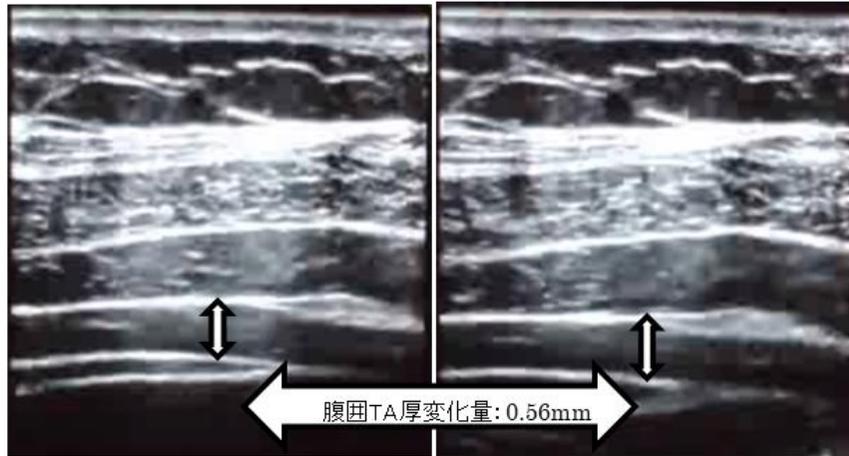
図5.7 介入後の腹囲周囲径の変動係数が減少した一例（被験者e）
 介入前と比較して，介入後の腹囲周囲径の変動係数（cv）は減少した．

I：介入前の波形（腹囲周囲径 cv=0.31）

II：介入後の波形（腹囲周囲径 cv=0.04）

さらに、腹横筋厚のコントロールに関して呼吸の深さを判定する指標として腹囲周囲径変化量に着目した呼吸内容としては、‘腹囲周囲径変化量が5 mm以上になるようにする’という点に注意して呼吸練習を行った。その結果、介入後の腹囲周囲径変化量が平均 $9.83\pm 3.02\text{mm}$ を示したことから、目標以上の成果が出たと考えられた（図5.8：症例h）。以上により、介入後では腹囲周囲径の波形の類似や変化量の増大に伴ってTA厚変化量も増大したことで、腹横筋機能が高まり、呼吸流量がコントロールできるようになったと考えられた。

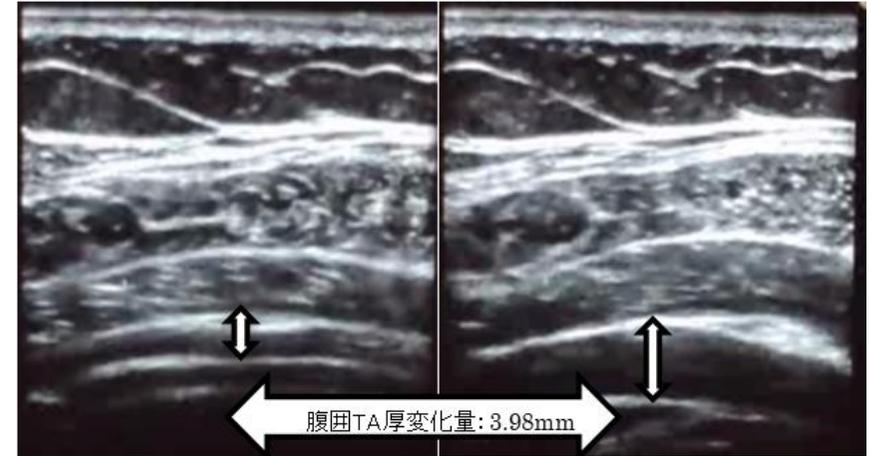
I



最大腹囲周囲径時

最小腹囲周囲径時

II



最大腹囲周囲径時

最小腹囲周囲径時

図5.8 介入後の腹囲周囲径変化量増大に伴い腹囲TA厚変化量も増大した一例（被験者h）

介入前後での最大腹囲周囲径時および最小腹囲周囲径時の腹横筋厚を白矢印（↕）で示すと、

介入前と比較して、介入後の腹囲TA厚変化量が増大した。

腹囲周囲径変化量も介入前では1.89mmであったが、介入後は12.01mmまで増大しており、

腹囲周囲径変化量が5mm以上になるようにする’という目標も達成した。

I：介入前の超音波画像（腹囲TA厚変化量：0.56mm）

II：介入後の超音波画像（腹囲TA厚変化量：3.98mm）

5.5.3 呼吸指導による個人差

介入後の波形の特徴として傾きが急な傾向のある対象者（例：c, h）については（図5.9），徐々に息を吸い，吐くといった呼吸のコントロールが不十分な可能性が考えられた．そのため，滑らかにする練習も事前に必要であり，練習の案としては，吹き戻しやシャボン玉，ストロー体操などで呼気流量の調整がある程度可能となった上で，再度，波形を見ながらの呼吸練習を継続させることが望ましいのではないかと考えられる．

また，介入前の波形の特徴として波形としての軌跡を描けていない対象者（例：g）については（図5.10），まずは腹囲周囲径の波形が山なりの軌跡を描けることに重点を置くことが大事であることが考えられる．結果的に，対象者gのみ，介入後に痛みが0の状態となっている．

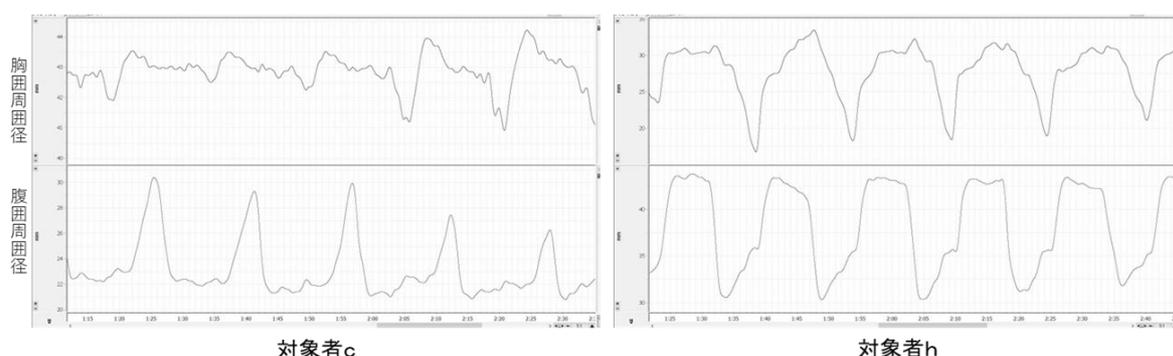


図5.9 介入後の波形の特徴として傾きが急な傾向のある対象者（対象者c, h）

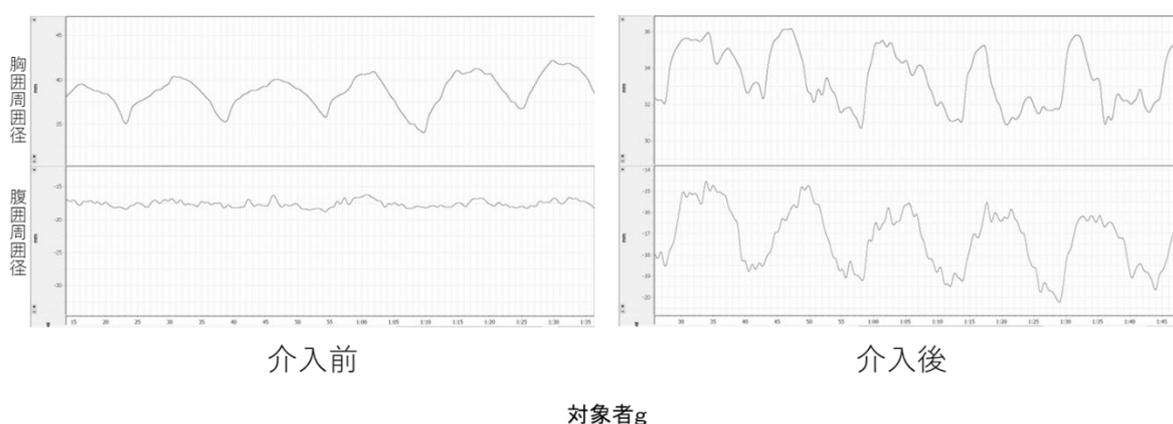


図5.10 介入前の波形の特徴として波形としての軌跡を描けていない対象者g

5.5.4 胸囲および腹囲周囲径の波形間の時間差

本研究結果より、さらに具体的な呼吸法を提案する目的として、伸縮性ひずみセンサで測定した胸囲および腹囲周囲径の波形間の時間差について検討した。まず、胸囲周囲径と腹囲周囲径の波形のピークに、どの程度時間差があるかについて検討し（図5.11）、ピーク時間に差がある人とない人で、呼吸法の提案の仕方を再検討する必要があるかを検討した（表5.5）。表5.5から、最小値ピーク時間の差が少なくなることが、腹横筋厚の変化量増大に繋がると考えられた。さらに、胸囲および腹囲周囲径ともに、かつ、最大値/最小値ピークともに、腹囲周囲径のピークが先行した方が腹横筋厚の変化量増大に繋がるのではないかと考えられた。

また、表5.5を参考に、介入前後でのピーク時間、腹横筋厚の変化量を比較したところ（表5.6）、介入前後のピーク時間差の変化量と腹横筋厚の変化量には関連を認める傾向はみられなかった。

さらに、介入後の波形において、最小値の時間差が小さくなる（胸囲周囲径と腹囲周囲径を連動させて吐き切る）ことについて、速く吐き切るか、ゆっくり吐き切るかでも違いがあるのではないかと考えた。そこで、腹囲周囲径における吐き切る時間差の長短が腹囲TA厚変化量に与える影響についても検討した。まず、吐き切る時間を計算した。計算式としては、腹囲周囲径が最大値を示した時間（最大吸気時）から腹囲周囲径が最小値を示した時間（最大呼気時）を引いた値を算出した（図5.12）（表5.7）。その上で、吐き切る時間と腹囲周囲径の波形から算出した腹囲TA厚変化量を比較検討した。その結果、吐き切る時間が長いほど、腹囲TA厚変化量は増大する傾向がみられた（図5.13）。

以上より、さらに具体的な呼吸指導内容を再検討したところ、段階的な練習過程として、腹囲周囲径を示す波形のピークが最大値/最小値ともに先行するようにする。つまり、まずはお腹を意識して、息を吸ったときは膨らませ、吐いた時は凹ませる。さらに、お腹の動きが出てきた上で、腹囲周囲径の波形が最小値を示すときに着目させて、胸囲周囲径の波形も同じタイミングで最小値を示せるように調整する。つまり、息を吐くとき、お腹の凹みに合わせて胸郭を絞るように意識する。このとき、なかなか胸の動きがお腹と連動しない対象者については、胸郭に対するモビライゼーションにより胸郭の可動性を確保した状態で再度練習を始めることが望ましいと考える。理由として、意識的な胸郭の周径操作は呼気よりも吸気の方が行いやすいため、息を吐くとき、お腹の凹みに合わせて胸郭を絞るには、もともとの胸郭の柔軟性が必須条件となる。従って、胸郭の柔軟性をある程度担保してから、再度、波形を見ながらの呼吸練習を継続させることが望ましいと考えられる。さらに、吐き切る時間が長いほど、腹囲TA厚変化量が増大する傾向を認めたため、呼気時は息を徐々に吐き、8秒で吐き切るようにするよう指導することが望ましいと考えられた。

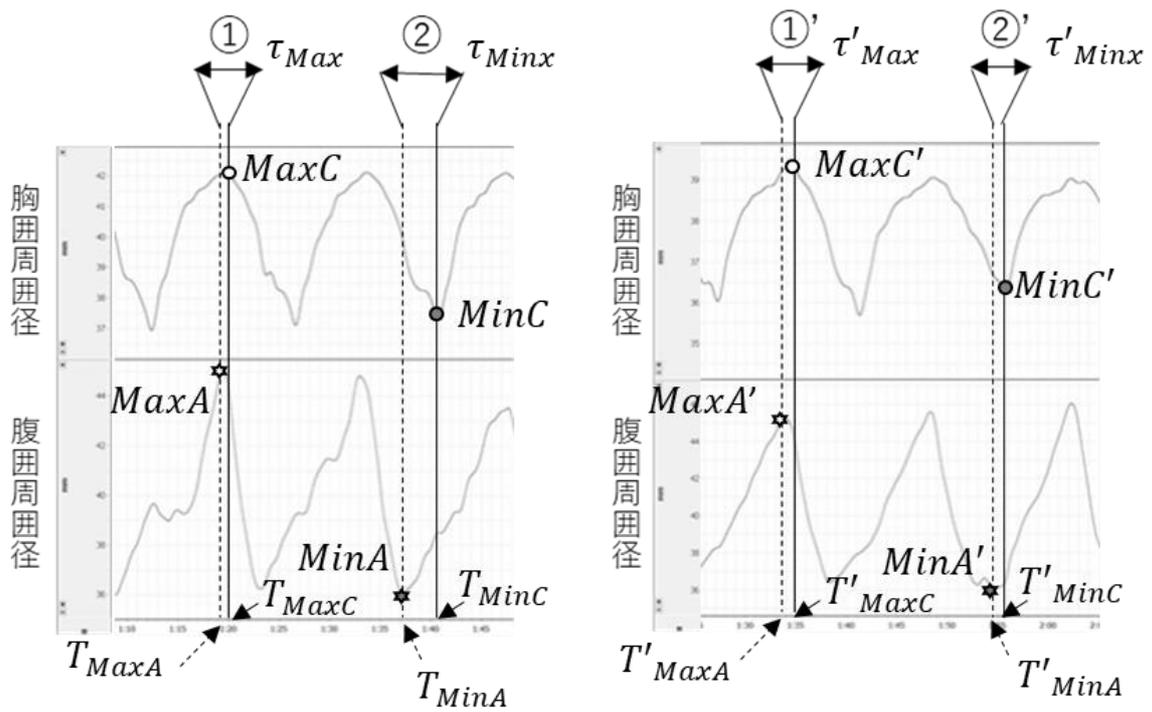


図5.11 胸囲周囲径と腹囲周囲径それぞれの波形でのピークの時間差（被験者a）

介入前

① : 最大値の時間差 $\tau_{Max} = T_{MaxC} - T_{MaxA}$

② : 最小値の時間差 $\tau_{Min} = T_{MinC} - T_{MinA}$

介入後

①' : 最大値の時間差 $\tau'_{Max} = T'_{MaxC} - T'_{MaxA}$

②' : 最小値の時間差 $\tau'_{Min} = T'_{MinC} - T'_{MinA}$

表5.5 介入前後における波形(呼吸)毎の最大値/最小値の時間差からの平均値 (10名分)

	介入前				介入後			
	波形のピーク時間 (胸囲波形-腹囲波形)		腹横筋厚変化量 (最大-最小)		波形のピーク時間 (胸囲波形-腹囲波形)		腹横筋厚変化量 (最大-最小)	
	最大値の時間の差 (秒)	最小値の時間の差 (秒)	胸囲波形 (mm)	腹囲波形 (mm)	最大値の時間の差 (秒)	最小値の時間の差 (秒)	胸囲波形 (mm)	腹囲波形 (mm)
a	0.43	4.07	1.32	0.88	2.96	1.97	3.40	4.36
b	2.71	-4.68	0.14	0.60	0.79	0.72	4.20	3.54
c	-2.42	2.02	0.66	0.56	-1.44	3.74	3.18	2.86
d	-1.92	-0.57	0.62	0.48	-1.67	-0.32	3.76	4.18
e	-0.75	3.35	0.74	0.60	-4.34	-0.14	3.42	3.50
f	-0.04	4.80	0.78	0.58	1.22	-0.13	3.26	3.22
g	0.79	0.38	0.06	0.08	-3.39	5.02	1.72	3.00
h	-1.72	-0.28	0.16	0.16	6.00	5.06	3.24	3.98
i	0.26	3.52	0.44	0.36	0.23	0.47	4.10	4.34
j	-7.94	10.54	0.60	0.42	4.48	1.64	3.14	3.20

表5.6 介入前後でのピーク時間差 (最大値/最小値) と腹横筋厚変化量 (胸囲波形/腹囲波形) の絶対値

	波形のピーク時間 (胸囲波形-腹囲波形)		腹横筋厚変化 (最大波形時-最小波形時)	
	介入前後の時間差変化 (最大値) (秒)	介入前後の時間差変化 (最小値) (秒)	介入前後の厚変化 (胸囲波形を基準) (mm)	介入前後の厚変化 (腹囲波形を基準) (mm)
	a	2.53	2.10	2.08
b	1.92	5.40	4.06	2.94
c	0.98	1.72	2.52	2.30
d	0.25	0.25	3.14	3.70
e	3.59	3.49	2.68	2.90
f	1.26	4.93	2.48	2.64
g	4.18	4.64	1.66	2.92
h	7.72	5.34	3.08	3.82
i	0.04	3.05	3.66	3.98
j	12.42	8.90	2.54	2.78

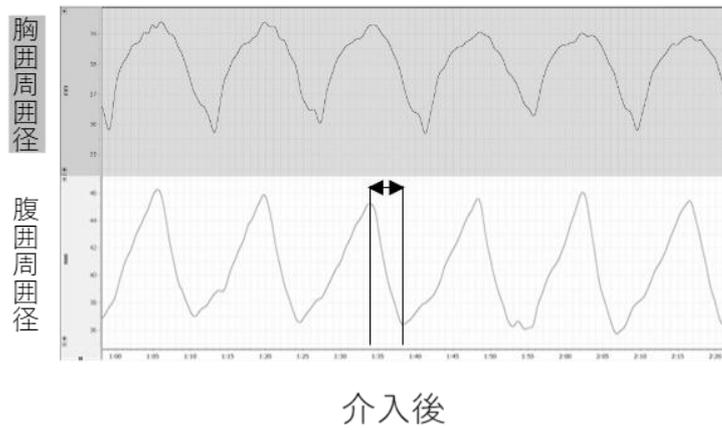


図5.12 腹囲周囲径における吐き切る時間差（被験者a）
 腹囲周囲径が最大値を示した時間（最大吸気時）から腹囲周囲径が最小値を示した時間（最大呼気時）を引いた値を吐き切る時間差（矢印）とした。

表5.7介入後での吐き切る時間と腹囲TA厚変化量

	吐き切る時間（秒）	腹囲TA厚変化量（最大-最小）
a	8.34	4.36
b	7.62	3.54
c	5.98	2.86
d	8.30	4.18
e	6.64	3.50
f	7.02	3.22
g	6.82	3.00
h	7.10	3.98
i	7.70	4.34
j	4.62	3.20

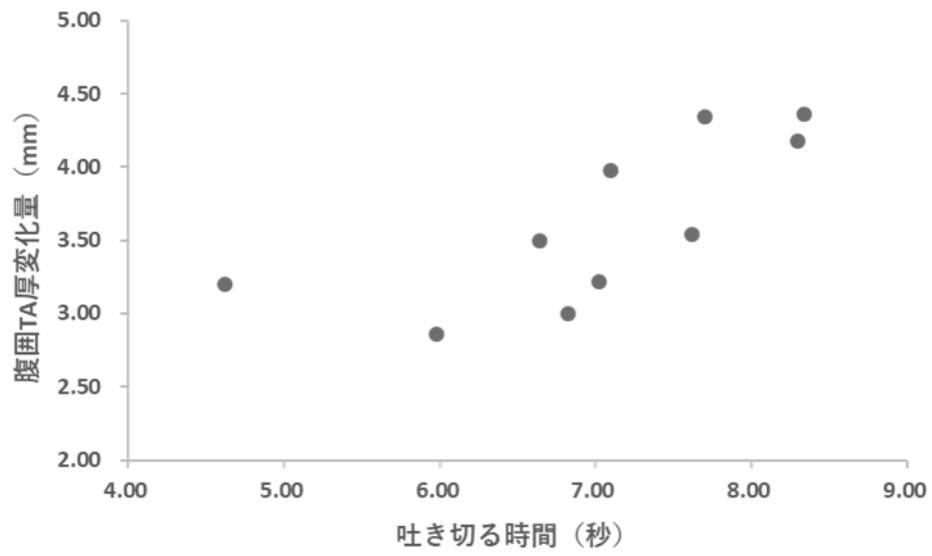


図5.13 吐き切る時間と腹囲TA厚変化量の散布図
吐き切る時間が長いほど、腹囲TA厚変化量は増大する傾向がみられた。

5.5.5 介入1ヶ月後のマイナートラブル変化

本研究で行った呼吸法を日常生活で継続して実践することにより、介入1ヶ月後に聴取した問診票結果から、腰痛や尿漏れ改善へ繋がったと考えられる。

腰痛の改善については、本研究で行った呼吸法が腹横筋に焦点を当てて考案したものであり、継続的な呼吸練習が腹横筋機能を向上した結果であると考えられる。一方で、尿漏れの改善については、骨盤底筋群に焦点を当てたエクササイズが効果的であると言われていたが[35][81][82]、本研究である程度の改善を認めた。腹横筋と骨盤底筋群は同時収縮すると報告されていることから[83]、本研究で行った呼吸法が骨盤底筋群へのエクササイズ効果もあったことが示唆された。

また、介入1ヶ月後の腰痛、尿漏れ以外の改善点として、自由記載（表5.3）により便通の改善や快眠、気持ちが落ち着くといった表記があった。

便秘は男性よりも女性でなりやすいと言われていた[84]。産後女性では、ホルモンの変化や分娩時の会陰損傷による影響により、さらに便秘になる可能性が高くなる[85]。産後女性の便秘の対処法については、水分摂取や繊維質の多い食事指導などが行われているが、下剤の使用以外に効果的なものは確立されておらず、便秘の対処法を見直す必要があると言われていた[86]。一方、排便機能障害に対する理学療法として、バルーン排出訓練を行う際に、腹横筋の収縮を促すことによりバルーン排出が可能になったと報告されており[87]、便秘の対処法として検討されている。本研究の呼吸指導により、腹横筋の機能が高まったことから便秘の改善へ繋がったことが推測され、今回の呼吸指導内容が便秘対象者への効果的な対処法になる可能性が考えられた。

また、快眠や精神的安定については、自律神経機能への影響が考えられる。ゆっくり、深く行う腹式呼吸は、ストレスと密着な関係にある自律神経を調整し、呼吸器内科や心療内科において、ストレス低下の有効性が立証されている[88]。女性を対象とした腹式呼吸が自律神経機能に与える影響を調べた先行研究では、腹式呼吸により副交感神経優位へ導くことは可能であり、その効果は交感神経緊張性の女性に大きく現れたと報告している[89]。本研究の対象者は、育児中の女性であり、ストレスを抱える交感神経緊張性の対象に当てはまる可能性が高い。本研究で行った呼吸法を日常生活で導入したことにより、交感神経活動を緩和させた可能性が推測される。また、有酸素運動を習慣的に継続することが、産後女性の抑うつ障害の予防に繋がるとの報告もある[90]。近年、産後うつに対するケアが重要視されている中で、本研究で行った呼吸法がマイナートラブルの改善だけでなく、自分自身で行えるストレス・マネジメントの一方法として活用できる可能性が考えられた。

5.6 本章のまとめ

本章では、マイナートラブルを呈した産後女性を対象とし、第4章で考案した呼吸指導を実施し、介入前後の呼吸特性の変化や介入1ヶ月後のマイナートラブルの変化について検討することを目的として実施した。

その結果、介入後の腹囲周囲径変化量、胸囲TA厚変化量、腹囲TA厚変化量は有意に増大し、介入1ヶ月後のマイナートラブルとして腰痛、尿漏れともに改善傾向を示した。

従って、第4章で考案した腹囲周囲径に着目した呼吸指導内容が、腹横筋エクササイズとしてマイナートラブルを呈した産後女性にとって効果的であったことがわかった。

第6章 結論

6.1 本研究の成果

本研究は、2つの研究成果を示すことができた。

1点目は、腹横筋の筋評価として、伸縮性ひずみセンサC-STRETCHによる腹囲周囲径の動きに着目することで、腹横筋の筋厚変化が推測できるという点である。本研究では、腹横筋の計測方法として一般的である超音波診断装置[52] [62] [63]だけでなく、伸縮性ひずみセンサC-STRETCHも使用しつつ計測を行った。第2章（研究1）より、腹囲周囲径の変化量が大きい人ほど、腹横筋厚の変化も大きい結果となった。従って、腹横筋の筋評価として、腹部の動きの大きさに着目することで、腹横筋の筋厚変化を評価できる可能性が示唆された。第4章では、ひずみセンサの信号波形に着目して、‘腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませながら、変化量が5 mm以上になるよう一定のリズムかつ深さで呼吸する’という呼吸法を腹横筋エクササイズとして考案した。第5章では、介入研究として、考案した呼吸法を実施した前後で、ひずみセンサによる腹囲周囲径の変化量と超音波画像による腹横筋厚の変化量にどのような変化が生じるかを検討した。その結果、腹囲周囲径を示すひずみセンサの信号波形が、変化量5 mm以上かつ一定のリズムを呈することで、腹横筋の筋厚変化量が増大するという結果となった。従って、伸縮性ひずみセンサによる腹囲周囲径を示す波形変化は、腹横筋の筋評価へ繋がる可能性が示唆された。

2点目は、本研究で腹横筋エクササイズとして考案した呼吸法がマイナートラブルを呈する産後女性に対して効果的であったという点である。第2章（研究1）では出産経験のない健常な産前女性を対象とし、第3章（研究2）では出産経験のある健常な産後女性を対象として、それぞれの呼吸特性を検討した。その結果、産前女性では、腹囲周囲径の変化量が大きい人ほど、腹横筋厚の変化量も大きいという特徴が明らかとなった。一方で、産後女性では、腰痛等のマイナートラブルを生じていない健常な産後女性であっても、腹部の動きと腹横筋の動きに関連性が認められないということが分かった。この結果の要因としては、第1章で述べた、妊娠や出産（分娩）に伴う身体変化の影響が大きいと考えられる。妊娠期から産後にかけては、ホルモンの影響により[14]、骨盤帯を形成する関節が健常者よりも緩む傾向がある点や[69]、妊娠後期の腹囲周囲径が最大の状態から一気に出産（分娩）により腹囲周囲径が減少することにより、腹横筋の収縮効率が低下する点が挙げられる。従って、第3章（研究2）では、妊娠、出産を経験した産後女性を対象としたことから、腹囲周囲径変化量と腹囲TA厚変化量の間に関係が認められなかったと考えられた。第4章では、研究1・2の結果を参考に、産前産後女性における胸囲および腹囲周囲径の波形について、波形間相関係数と変動係数を比較検討し、腹横筋エクササイズとしての呼吸法の考案を目的とし、‘腹囲を吸気で膨らませ、呼気で凹ませながら、変化量が5 mm以上になるよう一

定のリズムかつ深さで呼吸する’ という呼吸法を考案した。第5章では、第4章で考案した呼吸法を、実際にマイナートラブルを呈した産後女性に介入指導した。介入前後における胸囲および腹囲周囲径の波形と腹横筋厚にどのような変化が生じたかを検討し、介入1ヶ月後にはマイナートラブルに対してもどのような影響を及ぼしたかを検討した。その結果、介入後の腹囲周囲径変化量、胸囲TA厚変化量、腹囲TA厚変化量は有意に増大し、介入1ヶ月後のマイナートラブルとして腰痛、尿漏れともに改善傾向を示した。これにより、第4章で考案した呼吸法が腹横筋エクササイズとして効果的であったという点に加え、マイナートラブルに対しても効果的であったことが示唆された。

6.2 今後の課題・展望

本研究では、産前女性と産後女性における対象者それぞれの平均年齢に差を生じてしまい、妊娠や出産（分娩）だけの影響ではなく年齢による影響も考慮する必要があった。今後の課題として、年齢による影響を除外するためには、対象者の年齢も条件として設定する必要があると考える。一般的に、出産経験のある女性と同年代の女性で、出産未経験者に被験者としての研究協力を依頼する場合、未婚や不妊などの問題から、協力を得られにくいという現状がある。しかしながら、本研究結果では、年齢による影響も考慮した上で、出産経験によるマイナートラブルを生じるリスクは高まると考えられた。従って、出産経験の有無だけでなく、年齢（加齢）による身体変化についても、今後の検討課題としたい。

また、本研究では、呼吸様式による群分けはしておらず、各被験者の個々人の呼吸特性としてデータ処理を行った。本研究結果では、胸囲および腹囲周囲径の変化量と腹横筋の筋厚変化量を主な計測項目として着目したが、波形の特徴とマイナートラブルの状況においては、臨床経験と一致する点も多かった。従って、今後の課題として、各被験者の呼吸様式の違いにより群分けを行うことで、さらに具体的な腹横筋に着目した呼吸法が考案できるのではないかと考える。

加えて、第5章の介入研究において、指導した呼吸練習の頻度についても今後の課題であると考え。理由として、1日1回の練習頻度であっても産後女性にとっては、時間の確保が難しいことが予想された。従って、今回考案した呼吸法を生活の一部として実施できる環境を設定することで、練習するための時間を取って設けなくとも、実施すべき呼吸数が必然的に上がるのではないかと考える。

さらに、第5章において介入1ヶ月後のマイナートラブルの改善に伴い、便通の改善や快眠、気持ちが落ち着くといった自律神経機能への影響が示唆された。今後、自律神経機能が評価できる項目を立案することで、本研究により考案した呼吸法が身体変化だけでなく精神的・心理的側面に対する効果の可能性を検証することを課題としたい。

最後に、本研究の展望として、ひずみセンサ付きベルトを作成し、装着した上で呼吸練習を行うことで自宅でも容易かつ効果的に腹横筋エクササイズが実施できるような環境と整えたいと考える。本研究では腹横筋の筋評価として、ひずみセンサによる波形信号が、超音波画像による腹横筋の筋厚評価の代用として用いることができる可能性が示唆された。従って、今後の臨床展開として、患者さん自身の自宅での自主トレーニング指導をするに当たり、ひずみセンサ付きのベルトを装着することで、超音波診断装置がない環境下であっても、ひずみセンサからの波形を視覚的フィードバックとして呼吸練習を促すことが可能になると考える。ひずみセンサについては、超音波診断装置と同様、非侵襲的装置であるため、臨床での対象者を産後女性だけでなく、マイナートラブルを呈する妊娠女性においても実践する余地があると考え。

謝辞

本研究にあたり、電気通信大学情報理工学研究科・水戸和幸准教授には多大なるご指導を賜りました。新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により、入学当初から研究活動が滞る中、今できることを、その都度ご助言くださいました。また、対面による面談が叶わない状況下でも、オンライン面談により、画面を通してたくさんのご指導を賜りました。臨床現場で経験してきたことを客観的データに基づいて検証することの難しさを感じる中でも、水戸准教授は常に熱心に聴いてくださり、次のステップとしてやるべきことを明確にしてくださいました。本論文の執筆においても、常に温かいご指導ならびに校閲を賜りました。ここに心より多大なる感謝を申し上げます。

修士課程修了後、8年が経過し、理学療法士として、臨床でたくさんの妊婦さんや産後女性を診てきました。私生活でも2児の母となり、自身で妊娠、出産を経験したことで、女性の身体変化において理学療法が貢献できることをより一層確信しておりました。ウィメンズヘルス分野の理学療法として、根拠に基づく臨床活動を行うことに悩んでいた私に、大学時代からの恩師である文京学院大学福井勉教授が博士課程の道へ進むことに対し、背中を押してください、水戸准教授と出会う機会を与えてくださいました。たくさんの激励と温かいお言葉にいつも支えられておりました。心から感謝申し上げます。

対象者として本研究にご協力いただいた方々におかれましては、コロナ禍の中にも関わらず、本研究に関心を持ってくださった方ばかりで、心温まるお言葉に幾度となく励まされました。また、文京学院大学理学療法学科助手室の皆さまには、たくさんのご迷惑をかけているにも関わらず、常に温かい激励をかけてくださり、多くのサポートをしていただきました。本当にありがとうございました。

最後に、夏休み返上で計測のアシスタントをしてくれた2人の子どもたち、家事も含めて常に私をサポートしてくれた夫、どんな時も私に笑顔を与えてくれた大切な家族に、心から、ありがとう。

引用文献

- [1] Pinn VW, Donna D, Marianne L, et al: Agenda for Research on Women's Health for the 21st Century. National Institutes of Health (NIH) Publication, Office of Research on Women's Health, 1999, pp1-6.
https://openlibrary.org/books/OL14418686M/Agenda_for_research_on_women's_health_for_the_21st_century
- [2] Jean M, Boissonnault JS, Irion JM, et al: Women's Health in Physical Therapy, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2010, pp.1-17.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Women%27s-health-in-physical-therapy-Irion-Irion/cf882240dff833fe4d07bdf2916f2e450525d41a>
- [3] 宗圓 聰, 太田博明, 鈴木隆雄・他: ウェルエイジングのための女性医療. 太田博明 (編集), メディカルレビュー社, 東京, 2011, pp103-110.
- [4] Miller LT, Irion JM, Irion GL, et al: Women's Health in Physical Therapy, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2010, pp.505-529.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Women%27s-health-in-physical-therapy-Irion-Irion/cf882240dff833fe4d07bdf2916f2e450525d41a>
- [5] 廣田彰男, 廣田彰男, 川北智子・他: 看護師・理学療法士のためのリンパ浮腫の手技とケア. 廣田彰男 (監修), 学研メディカル秀潤社, 東京, 2012, pp26-42.
- [6] 望月善子, 野崎雅裕: クリニカルカンファレンス5 女性のライフステージにおける健康管理 2) 若年無月経女性の問題点と健康管理. 日産婦誌, 2010, 62(9): 158-163.
<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10721890>
- [7] 満田 恵: リンパ浮腫と理学療法. 理学療法 (PT) ジャーナル, 2013, 47(10): 902-906.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2013337884>
- [8] Ioannis T, Dimitra RB, Artemis CO, et al: Exercise during pregnancy: a comparative review of guidelines. Journal of Perinatal Medicine, 2020, 48(6): 519-525.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32619194/>
- [9] Loretta D, Kelly RE, Bonny B, et al: Benefits of Physical Activity during Pregnancy and Postpartum: An Umbrella Review. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2019, 51(6): 1292-1302.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31095086/>

- [10] Shigemi D, Shunsuke I, Kazuaki U, et al: Association between rehabilitation during hospitalization and perinatal outcomes among pregnant women with threatened preterm birth. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 2021, 34(7): 1028-1033.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31117870/>
- [11] Irion JM, Irion JM, Boissonnault JS, et al: *Women's Health in Physical Therapy*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2010, pp.206-225.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Women%27s-health-in-physical-therapy-Irion-Irion/cf882240dff833fe4d07bdf2916f2e450525d41a>
- [12] Moore K, Dumas GA, Reid JG: Postural changes associated with pregnancy and their relationship low-back pain. *Clinical Biomechanics*, 1990, 5(3): 169-174.
[https://doi.org/10.1016/0268-0033\(90\)90020-7](https://doi.org/10.1016/0268-0033(90)90020-7)
- [13] Ostgaard HC, Andersson GB, Schultz AB, et al: Influence of some biomechanical factors on low-back pain in pregnancy. *Spine*, 1993, 18(1): 61-65.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8434326/>
- [14] Kristiansson P, Svardsudd K, Schoultz BV: Serum relaxin, symphyseal pain, and back pain during pregnancy. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 1996, 175(5): 1342-1347.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8942512/>
- [15] Nagai M, Isida M, Saitoh J, et al: Characteristics of the control of standing posture during pregnancy. *Neuroscience Letters*, 2009, 462(2): 130-134.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304394009008908>
- [16] Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al: *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain* 5th edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2005, 52-84.
<https://thepoint.lww.com/Book/Show/2745>
- [17] 石井美和子：体幹の機能障害をもたらす姿勢・運動への影響。理学療法, 2006, 23(10): 1394-1400.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2007028560>
- [18] 杉本充弘：腰痛。産科と婦人科, 2003, 70(11): 1656-1660.
<https://mol.medicalonline.jp/archive/search?jo=ae4sanke&ye=2003&vo=70&issue=11>

- [19] Kim J, Lim H, Lee SL, et al: Thickness of rectus abdominis muscle and abdominal subcutaneous fat tissue in adult women: correlation with age, pregnancy, laparotomy, and body mass index. *Archives of Plastic Surgery*, 2012, 39(5): 528-533.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23094250/>
- [20] Boissonnault JS, Blaschak MJ: Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year. *Physical Therapy*, 1988, 68(7): 1082-1086.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2968609/>
- [21] Fernandes da Mota PG, Pascoal AG, Carita AI, et al: Prevalence and risk factors of diastasis recti abdominis from late pregnancy to 6 months postpartum, and relationship with lumbo-pelvic pain. *Manual Therapy*, 2015, 20(1): 200-205.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25282439/>
- [22] Cram C, Irion JM, Irion GL, et al: *Women's Health in Physical Therapy*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2010, pp.252-272.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Women%27s-health-in-physical-therapy-Irion-Irion/cf882240dff833fe4d07bdf2916f2e450525d41a>
- [23] 灘 久代：陣痛発来から児娩出に要する所要時間の検討 助産所2施設における42年間の記録から. *母性衛生*, 2006, 47(2): 380-385.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2006244170>
- [24] 布施陽子, 石井美和子, 田舎中真由美・他：理学療法MOOK20 ウィメンズヘルスと理学療法. 石井美和子, 福井勉 (編集), 三輪書店, 東京, 2016, pp55-64.
- [25] 室之園悦雄：産科診療マニュアルー産科異常への対応ーV.異常産褥 3. 産褥排尿障害. *産科と婦人科*, 2005, 72(11): 1633-1636.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200902263110487307
- [26] 田舎中真由美：骨盤底筋群機能障害に対する評価とアプローチ. *理学療法学*, 2008, 35(4): 212-215.
<https://doi.org/10.15063/rigaku.KJ00004963396>
- [27] 山名哲郎, 高橋知子, 積美保子, 他：便失禁患者の診療の現状. *日本大腸肛門病会誌*, 2007, 60: 895-900.
<https://doi.org/10.3862/jcoloproctology.60.895>
- [28] 平元奈津子：妊婦に対する理学療法. *理学療法学*, 2014, 41(3): 165-169.
<https://doi.org/10.15063/rigaku.KJ00009359062>
- [29] 平元奈津子, 松谷綾子, 井ノ原裕紀子・他：ウィメンズヘルス リハビリテーション. *ウィメンズヘルス理学療法研究会 (編集)*, メディカルビュー社, 東京, 2014, pp197-198.

- [30] 佐藤昌司：周産期から母子へのメンタルヘルス・サポート 妊産褥婦の精神面支援 厚生科学研究における研究成果と産科診療における位置づけ. 母性衛生, 2007, 48(1): 9-13.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2007182513>
- [31] Pennick VE, Young G: Interventions for preventing and treating pelvic and back pain in pregnancy. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007, 18(2): CD001139.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17443503/>
- [32] Gutke A, Ostgaard HC, Oberg B: Association between muscle function and low back pain in relation to pregnancy. Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 40(4): 304-311.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18382827/>
- [33] Ostgaard HC, Andersson GB, Karlsson K: Prevalence of back pain in pregnancy. Spine, 1991, 16(5): 549-552.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1828912/>
- [34] 永田一郎：女性の排尿障害とその対策 産婦人科医に必要な泌尿器科疾患の知識. 産婦人科治療, 2005, 91(4): 351-362.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200902283537158186
- [35] Hay-Smith J, Morkved S, Fairbrother KA, et al: Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2008, 8(4): CD007471.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18843750/>
- [36] Herman H, Irion JM, Irion GL, et al: Women's Health in Physical Therapy, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2010, pp.294-326.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Women%27s-health-in-physical-therapy-Irion-Irion/cf882240dff833fe4d07bdf2916f2e450525d41a>
- [37] Ostgaard HC, Andersson GB: Postpartum low-back pain. Spine, 1992, 17(1): 53-55.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1531555/>
- [38] To WW, Wong MW: Factors associated with back pain symptoms in pregnancy and the persistence of pain 2 years after pregnancy. Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica, 2003, 82(12): 1086-1091.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14616251/>
- [39] 福山智子, 高橋 唯, 小西知子, 他：褥婦の腰痛の実態と介入 (第1報) 質問紙調査による腰痛の特徴と関連要因の検討. 母性衛生, 2014, 55(1): 136-144.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2014225238>

- [40] Nguyen JK, Lind LR, Choe JY, et al: Lumbosacral spine and pelvic inlet changes associated with pelvic organ prolapse. *Obstetrics & Gynecology*, 2000, 95(3): 332-336.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10711538/>
- [41] Gutke A, Ostraard HC, Oberg B, et al: Pelvic girdle pain and lumbar pain in pregnancy: a cohort study of the consequences in terms of health and functioning. *Spine*, 2006, 31(5): 149-155.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16508539/>
- [42] Vullo VJ, Richardson JK, Hurvitz EA: Hip, Knee, and foot pain during pregnancy and the postpartum period. *The Journal of Family Practice*, 1996, 43(1): 63-68.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8691182/>
- [43] 正岡直樹, 早川康仁, 山本樹生: 楽しくお産 楽しく子育て 周産期医学から出産・育児を考える I 妊娠から産後へ 妊娠に伴うマイナートラブルの対応 手のしびれ, 足のけいれん. *周産期医学*, 2002, 32 (増刊号), 18-21.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200902164168912034
- [44] 村井みどり, 楠見由里子, 伊東 元: 妊婦および褥婦における腰痛の実態調査. *茨城県立医療大学紀要*, 2005, 10: 47-53.
<https://iss.ndl.go.jp/books/R000000004-I7340131-00>
- [45] Stuge B, Hilde G, Vollestad N: Physical therapy for pregnancy-related low back and pelvic pain: a systematic review. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 2003, 82(11): 983-990.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14616270/>
- [46] Walker BF: The prevalence of low back pain: a systematic review of the literature from 1966 to 1998. *Journal of Spinal Disorders*, 2000, 13(3): 205-217.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10872758/>
- [47] Hodges PW, Richardson CA: Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. *Neuroscience Letters*, 1999, 265(2): 91-94.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10327176/>
- [48] Hodges PW, Richardson CA: Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of Spinal Disorders*, 1998, 11(1): 46-56.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9493770/>
- [49] 齋藤昭彦: モーターコントロールアプローチと腰痛. *医道の日本*, 2014, 73(8): 40-43.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2014314588>

- [50] 布施陽子, 石井美和子, 田舎中真由美・他: 新ブラッシュアップ理学療法—新たな技術を創造する臨床家88の挑戦—. 福井 勉 (編集), ヒューマン・プレス, 東京, 2017, pp129-132.
- [51] 布施陽子, 松田雅弘, 畠 昌史・他: そのとき理学療法士はこう考える—事例で学ぶ臨床プロセスの導きかた—. 藤野雄次 (編集), 医学書院, 東京, 2017, pp168-169.
- [52] 布施陽子, 湯田健二, 奥村晃司・他: 理学療法NAVIエキスパート直伝—運動器の機能破綻はこう診てこう治す—. 福井 勉 (編集), 医学書院, 東京, 2019, pp103-122.
- [53] 布施陽子, 小泉貴章, 大川孝浩・他: 症例動画から学ぶ臨床姿勢分析—姿勢・運動連鎖・形態の評価法. 吉田一也 (編集), ヒューマン・プレス, 東京, 2021, pp158-166.
- [54] 佐々木敦子, 武井とし子, 三輪百合子: 妊娠中の呼吸・代謝機能の変化について. 日本助産学会誌, 1989, 3(1): 20-27.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjam1987/3/1/3_1_20/_pdf/-char/ja
- [55] McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al: The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clinical Biomechanics*, 2004, 19(4): 337-342.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268003304000208>
- [56] 布施陽子, 福井勉, 矢崎高明: 超音波診断装置による腹横筋厚計測の信頼性の検討. 文京学院大学保健医療技術学部紀要, 2010, 3: 7-12.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/cjpt/2007/0/2007_0_A1320/_article/-char/ja/
- [57] Urquhart DM, Barker PJ, Hodges PW, et al: Regional morphology of the transverses abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clinical Biomechanics*, 2005, 20(3): 233-241.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15698694/>
- [58] 河合敬介, 菅原仁, 磯貝香: 体幹筋の解剖学的理解のポイント. 理学療法学, 2006, 23(10): 1351-1360.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200902243305678475
- [59] Anders C, Wagner H, Puta C, et al: Trunk muscle activation patterns during walking at different speeds. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2007, 17(2): 245-252.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050641106000198>
- [60] Shinichi N, Takumi J, Wachi M, et al: Relationship between gait speed and trunk muscles in frail elderly individuals. *Journal of Physical Therapy Science*, 2021, 33(5): 384-387.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34083875/>

- [61] Xu C, Fu Z, Wang X: Effect of Transversus abdominis muscle training on pressure-pain threshold in patients with chronic low Back pain. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2021, 13(1): 35.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33794983/>
- [62] 布施陽子, 矢崎高明, 福井勉: 母音発声と腹横筋活動との関連性. *理学療法 (PT) ジャーナル*, 2015, 11(49): 1055-1057.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201502200992233620
- [63] 布施陽子, 福井 勉, 矢崎高明: 安静背臥位とストレッチポール上背臥位における腹筋群筋厚の検討. *理学療法科学*, 2012, 27(1): 77-80.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/rika/27/1/27_1_77/_pdf
- [64] 鈴木史明: 母体運動とインピーダンスの研究. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 2010, 18(2): 203-207.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201002276476708190
- [65] 布施陽子: 出産と理学療法. *理学療法 (PT) ジャーナル*, 2013, 47(10): 888-894.
<https://ci.nii.ac.jp/naid/40019802579>
- [66] 椿健太郎, 寺田努, 塚本昌彦ら: 様々な状況における呼吸数計測手法の比較評価. *情報処理学会研究報告 (IPJS Technical Report (Web))*, 2016, 2016-MBL-81, 18, 1-6.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201702228518155486
- [67] Reeve A, Dilley A: Effects of posture on the thickness of transversus abdominis in pain-free subjects. *Manual Therapy*, 2009, 14(6): 679-684.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1356689X09000460>
- [68] Cahalin LP, Braga M, Matsuo Y, et al: Efficacy of diaphragmatic breathing in persons with chronic obstructive pulmonary disease: a review of the literature. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 2002, 22(1): 7-21.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11839992/>
- [69] Mens JMA, Pool-Goudzwaard A, Stam HJ: Mobility of the pelvic joints in pregnancy-related lumbopelvic pain: a systematic review. *Obstetrical and Gynecological Survey*, 2009, 64(3): 200-208.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19228440/>
- [70] 村井みどり: 産前産後の理学療法のための検査・測定のポイントとその実際ー妊産婦および産褥婦の腰痛についてー. *理学療法*, 2004, 21(1): 279-284.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200902236528975564
- [71] 藤田俱子, 河野あゆみ: 前期高齢者における正常体重肥満とメタボリックシンドロームリスクの関連. *日本地域看護学会誌*, 2019, 22(2): 50-58.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jachn/22/2/22_50/_article/-char/ja/

- [72] Kazuya M, Ando F, Iguchi A, et al: Age-specific change of prevalence of metabolic syndrome: longitudinal observation of large Japanese cohort. *Atherosclerosis*, 2007, 191: 305-312.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16828779/>
- [73] Ingrid EN, Ali W, Tyler B, et al: Early postpartum physical activity and pelvic floor support and symptoms 1 year postpartum. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 2021, 224(2): 193.e1-193.e19.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32798462/>
- [74] 横山芳子, 杉浦恵子 : 妊娠中の食事指導による食生活の変化と出産後の食生活. 松本短期大学研究紀要, 2016, 25: 79-86.
<http://id.ndl.go.jp/bib/000000041920>
- [75] 新川治子, 島田三恵子, 早瀬麻子・他 : 現代の妊婦のマイナートラブルの種類, 発症率及び発症頻度に関する実態調査. *日本助産学会誌*, 2009, 23(1): 48-58.
<https://doi.org/10.3418/jjam.23.48>
- [76] Borg-Stein J, Dugan SA: Musculoskeletal disorders of pregnancy, delivery and postpartum. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2007, 18(3): 459-476.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1047965107000496>
- [77] Victoria P, Sarah DL: Interventions for preventing and treating pelvic and back pain in pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013, 8: CD001139.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23904227/>
- [78] 岡西奈津子, 木藤伸宏, 河村光俊・他 : 産後の身体のマイナートラブルに対する理学療法. *医療工学雑誌*, 2010, 4, 1-7.
<http://harp.lib.hiroshima-u.ac.jp/hirokoku-u/metadata/6823>
- [79] Cresswell AG, Blake PL, Thorstensson A: The effect of an abdominal muscle training program on intra-abdominal pressure. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 1994, 26(2): 79-86.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7939496/>
- [80] 久保田武美, 河端将司, 島典広・他 : 呼吸運動様式別に測定した腹圧. *医道の日本*, 2013, 72(7): 144-153.
<https://search.jamas.or.jp/link/ui/2014001692>
- [81] Meyer S, Hohlfeld P, Achtari C, et al: Pelvic floor education after vaginal delivery. *Obstetrics and Gynecology*, 2001, 97(5): 673-677.
[https://doi.org/10.1016/S0029-7844\(00\)01101-7](https://doi.org/10.1016/S0029-7844(00)01101-7)

- [82] Chiarelli P, Cockburn J: Promoting urinary continence in women after delivery: randomized controlled trial. *British Medical Journal*, 2002, 324(7348): 1241-1246.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12028976/>
- [83] Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, et al: Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourology and Urodynamics*, 2001, 20(1): 31-42.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11135380/>
- [84] Everhart JE, Go VL, Johannes RS, et al: A longitudinal survey of self-reported bowel habits in the United States. *Digestive Diseases and Sciences*, 1989, 34(8): 1153-1162.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2787735/>
- [85] 北川博之：妊婦・授乳婦の便秘治療. *Medicina*, 2020, 57(9): 1519-1522.
<https://doi.org/10.11477/mf.1402227136>
- [86] 高井郁美, 米田昌代：妊産婦の便秘と対処法に関する実態. *石川看護雑誌*, 2014, 11: 103-110.
<http://id.nii.ac.jp/1301/00000011/>
- [87] 槌野正裕, 布施陽子, 田舎中真由美・他：理学療法MOOK20 ウィメンズヘルスと理学療法. 石井美和子, 福井勉（編集）, 三輪書店, 東京, 2016, pp132-140.
- [88] 花江昭一, 堀江孝至：呼吸器疾患の心身医学的アプローチ. *呼吸と循環*, 1995, 43(12): 1171-1176.
<https://doi.org/10.11477/mf.1404901159>
- [89] 坂木佳壽美：腹式呼吸が自律神経機能に与える影響－臥位安静時の自律神経機能との関連－. *体力科学*, 2001, 50(1), 105-118.
<https://doi.org/10.7600/jspfsm1949.50.105>
- [90] Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period: ACOG Committee Opinion, Number 804 *Obstet Gynecol*, 2020, 135(4): e178-e188.
<https://www.acog.org/clinical/clinical-guidance/committee-opinion/articles/2020/04/physical-activity-and-exercise-during-pregnancy-and-the-postpartum-period>

関連論文の印刷公表の方法および時期

I. 学術論文

[1] 布施 陽子, 福井 勉, 水戸 和幸: 健常女性における胸囲および腹囲周囲径と腹横筋筋厚の関係性, 理学療法科学, 37(5), pp.455-462, 2022.

(第2,3章に関連)

参考論文の印刷公表の方法および時期

I. 査読あり国際会議 (1件)

[1] Y. Fuse, K. Mito, T. Fukui, Effect of transversus abdominis exercises for pregnant women with low back pain, Asian Confederation for Physical Therapy (ACPT) Congress 2020, pp.1-2.

(第1, 5章に関連)

II. 査読あり国内学会 (1件)

[1] 布施 陽子, 水戸 和幸: 腰痛を伴う産後女性に対する腹囲周囲径に着目した呼吸指導による身体機能への影響, 第8回日本ウィメンズヘルス・メンズヘルス理学療法研究会学術大会, 2022年11月.

(第4, 5章に関連)

著者略歴

学歴

2006年3月 昭和大学 保健医療学部 理学療法学科 卒業

2010年4月 文京学院大学大学院 保健医療科学研究科
健康推進・リハビリテーション分野 入学

2012年3月 文京学院大学大学院 保健医療科学研究科
健康推進・リハビリテーション分野 修了

2020年4月 電気通信大学 情報理工学研究科
情報学専攻 博士後期課程 入学

現在に至る

職歴

2006年4月～2012年3月 東京北社会保険病院
リハビリテーション室 理学療法士

2012年4月～現在 文京学院大学
保健医療技術学部 理学療法学科 助手（常勤）
東京北医療センター
リハビリテーション室 理学療法士（非常勤）