

平成 30 年度 高知県立大学大学院 博士論文

高齢患者における
皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連

The occurrence of pressure ulcers is
predictable by skin physiological parameters

看護学研究科看護学専攻

博士後期課程

学籍番号

16G302

指導教員 池田光徳 教授

要旨

高齢患者における皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連

武島弘子

〔目的〕 高齢患者の褥瘡予防に向けて、皮膚生理学的特性を表す指標（以下、皮膚生理学的指標）と褥瘡発生との関連を検証すること

〔方法〕 本研究は、2つの研究方法からなる。最初に、高齢患者の褥瘡好発部位（背部、仙骨部、両踵部の4か所）における皮膚生理学的指標値の特徴を明らかにするために、健康な若い女性と高齢患者との褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値とを比較し、高齢患者の患者情報および患者が保有する褥瘡危険因子と、褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値との関係を検討した。次に、高齢患者に対し、皮膚生理学的指標値計測1か月間の診療記録および看護記録から、NPUAP分類 Stage II 以上の褥瘡発生の有無、部位および発生日の情報を収集、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と褥瘡発生の有無との関連を検討した。皮膚生理学的指標として、皮膚温、角質水分量、真皮水分量、経表皮水分喪失（TEWL）、紅斑レベル、皮膚弾力および皮膚厚の7つを選択し、すべて非侵襲的機器（Mexameter®MX18など）を用いて計測した。皮膚厚は、携帯可能な汎用超音波画像診断装置を用いて計測した。

〔結果〕 対象者は、入院中の高齢患者55人であった。患者の平均年齢は 82.4 ± 9.8 歳、患者の平均ブレイデンスケール値は 12.3 ± 3.2 点、患者の平均 Body Mass Index（BMI）値は 19.7 ± 3.6 、平均血清アルブミン値（以下 Alb 値）は $3.4 \pm 0.5 \text{g/dl}$ であった。高齢患者の褥瘡好発部位（背部、仙骨部、両踵部の4か所）における皮膚生理学的指標値は、踵部の角質水分量の著明な減少、背部および仙骨部の皮膚弾力値の低下、仙骨部皮膚厚の減少であった。一方、褥瘡発生リスクの高い高齢患者であっても、皮膚温や TEWL 値は、比較的よい状態を保たれていた。皮膚生理学的指標値と褥瘡発生の有無との関連については、仙骨部および両踵部ともに、皮膚生理学的指標値の中で Mexameter®MX18 で計測した紅斑レベルのみが、のちに褥瘡が発生した部位で有意に高値であり、その値は、紅斑レベル区分の「びまん性紅斑」の上限値から「高度の紅斑レベル」であった。また、2項ロジスティック回帰分析において、両踵部について、紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との間に有意な関係があった（オッズ比 = 1.026、 $p = 0.005$ ）。

〔考察〕 踵部の角質水分量、背部および仙骨部の皮膚弾力値、仙骨

部皮膚厚は、高齢患者への褥瘡危険因子の変数として活用できる可能性がある。また、紅斑レベルが Stage II の褥瘡発生に先行して増加したことから、Mexameter®MX18 による皮膚色評価法（紅斑の計測）が褥瘡発生の予測指標として活用できる。

Abstract

The occurrence of pressure ulcers is predictable by skin physiological parameters

Hiroko Takeshima

Purpose: The purpose of this study is to identify the predictive skin physiological parameters for early detection of pressure ulcers in elderly bedridden patients.

Subjects and Methods: Comparative measurement was done between elderly bedridden patients and young healthy females in four predisposed sites of pressure ulcers, such as back, sacrum, and both heels, without skin lesions in order to know the reference-value of skin physiological parameters. Then we examined the demographic and clinical characteristics of elderly bedridden patients and compared the risk factors for pressure ulcers and the values of skin physiological parameters at the sites of predilection for pressure ulcers. Finally, we collected the data on the occurrence, the date of occurrence, and the site occurrence of the pressure ulcers with National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) classification Stage II or more in the elderly bedridden patients from the medical and the nursing records. We selected seven skin physiological parameters including skin surface temperature, horny layer moisture, dermal water content, transepidermal water loss (TEWL), erythema level, skin elasticity and skin thickness, as skin physiological parameters. All the parameters were measured by non-invasive procedures (Mexameter[®] MX 18 etc.). The thickness of the skin from skin surface to muscular fasciae was measured by using a portable ultrasonic diagnostic imaging apparatus (ultra-portable Vscan ultrasound).

Results: This study included 55 elderly bedridden inpatients, whose average age, average score of Braden scale, average body mass index (BMI) value, and average serum albumin value were 82.4 ± 9.8 years old, 12.3 ± 3.2 , 19.7 ± 3.6 , 3.4 ± 0.5 g/dl, respectively. The characteristic skin physiological parameters observed in the four pressure ulcer predisposed sites were as follows: remarkably reduced moisture of horny layers in the heels, decreased elasticity in the back and sacrum, and reduced skin thickness in the sacrum. Skin temperature and TEWL value, even in the elderly bedridden patients at high risk of pressure ulcer, remained in relatively favorable values. Regarding the

relationship between the skin physiological parameters and the incidents of pressure ulcers, only the skin erythema level measured by Mexameter® MX 18 was found to be significantly high at the sacrum and heels where the pressure ulcers occurred subsequently. The skin erythema value ranged from the upper limit value of “diffuse erythema” to “high erythema level” in both the sacral and heel regions. Binary logistic regression analysis also revealed a significant relationship between the skin erythema level and the occurrence of Stage II pressure ulcers on the both heels (odds ratio = 1.026, $p = 0.005$).

Conclusion: It is probable that three indexes, heel horny layer moisture, elasticity value of back and sacrum, and thickness of sacral skin, could be applied to variable risk factors of elderly bedridden patients. It is also considered that skin color evaluation (erythema measurement) with Mexameter®MX18 is expected to be a useful predictive marker for pressure ulcer, as the increased level of skin redness (erythema) was observed prior to the occurrence of Stage II pressure ulcers.

目次

第 1 章 序論	1
I. 研究の背景	1
II. 研究目的	2
III. 研究の意義	2
第 2 章 文献の検討	3
I. 日本の褥瘡研究の概観	3
II. 高齢者に焦点を当てた褥瘡研究の必要性	3
1. 加齢に伴う皮膚の変化	3
2. 傷害を受けやすい高齢者の皮膚	4
III. 褥瘡の発生機序	5
1. 褥瘡の定義	5
2. 褥瘡の発生機序	5
3. 褥瘡の組織変化	6
IV. 褥瘡リスクアセスメント	7
1. 褥瘡リスクアセスメント	7
2. 褥瘡リスクアセスメントツール活用に関する研究	7
3. 褥瘡危険因子と概念図	8
4. 高齢患者における褥瘡危険因子に関する研究	10
5. 皮膚生理学的指標と褥瘡との関連を検討した研究	18
第 3 章 研究方法	22
I. 研究目的	22
II. 研究の枠組み	22
1. 研究の枠組み	22
2. 用語の定義	23
III. リサーチクエスション	24
IV. 研究方法	24
1. 研究デザイン	24
2. 研究方法の概要	24
3. 健康な若い女性の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値のベースラインの特定	24
4. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴および褥瘡発生との関連	32
V. 信頼性及び妥当性の確保	34
VI. 倫理的配慮	34
1. 健康な 20 代女性のデータ収集における倫理的配慮	34
2. 高齢患者のデータ収集における倫理的配慮	35
第 4 章 結果	37

I. 高齢患者対象者の概要	37
1. 年齢・性別など	37
2. BMI 値および血液検査値	37
3. 高齢患者が保有する疾患	38
4. 褥瘡危険因子評価表の項目など	39
5. 高齢患者の Braden スケール評価および MNA®-SF 評価	40
6. 高齢患者の除圧マット使用およびリハビリテーション実施状況	40
II. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴	41
1. 健康な 20 代女性の皮膚生理学的指標値	41
2. 高齢患者の皮膚生理学的指標値	42
3. 高齢患者と健康な 20 代女性との比較	42
4. 高齢患者の褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標値と褥瘡危険因子保有状況との関係	49
5. 褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標値間の相関	77
III. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連	80
1. 褥瘡発生者数および褥瘡発生率	80
2. 褥瘡発生有患者における褥瘡の発生部位と時期	80
3. 褥瘡発生の有無による患者情報および褥瘡危険因子保有状況の違い	81
4. 褥瘡発生の有無による皮膚生理学的指標値の違い	82
5. 部位別の褥瘡発生の有無による皮膚生理学的指標値の違い	86
6. 皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関連	92
第 5 章 考察	94
I. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴	94
1. 角質水分量、真皮水分量および TEWL 値の特徴	94
2. 皮膚弾力値の特徴	95
3. 皮膚厚の特徴	96
4. 皮膚温および紅斑レベルの状態	97
II. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連	98
1. 紅斑レベルとの関係	98
2. 皮膚温、角質水分量および TEWL 値との関係	99
3. 真皮水分量との関係	100
4. 皮膚弾力および皮膚厚との関係	100

III. 臨床看護への適用	101
1. Stage II の褥瘡発生予測のための皮膚紅斑レベル計測の活用 101	
2. 皮膚生理学的指標値の褥瘡危険因子としての活用	102
IV. 研究の限界	103
第6章 結論	104
謝辞	106
文献	107
資料	119
資料 1 健康な 20 代女性へのデータ収集：研究協力のお願（施設用）	119
資料 2 健康な 20 代女性へのデータ収集：研究協力のお願（協力者用）	123
資料 3 健康な 20 代女性へのデータ収集：承諾書（施設用）	127
資料 4 健康な 20 代女性へのデータ収集：同意書（協力者用）	128
資料 5 健康な 20 代女性へのデータ収集：倫理審査承認書 ..	129
資料 6 高齢患者へのデータ収集：研究協力のお願（施設用）	130
資料 7 高齢患者へのデータ収集：研究協力のお願（協力者用）	135
資料 8 高齢患者へのデータ収集：承諾書（施設用）	140
資料 9 高齢患者へのデータ収集：同意書（協力者用）	141
資料 10 高齢患者へのデータ収集：倫理審査承認書	142
資料 11 高齢患者へのデータ収集：変更承認書	143

図表目次

表目次

表 1	高齢者患者における褥瘡危険因子探索の研究	11
表 2	高齢患者におけるリスク因子と変数	17
表 3	年齢・性別など	37
表 4	BMI 値および血液検査値	38
表 5	高齢患者が保有する疾患	38
表 6	褥瘡危険因子評価表の項目など	39
表 7	高齢患者の BS 評価および MNA®-SF 評価	40
表 8	高齢患者の除圧マット使用、リハビリテーション実施状況	41
表 9	健康な 20 代女性の皮膚生理学的指標値	41
表 10	高齢患者の皮膚生理学的指標値	42
表 11	高齢患者および 20 代女性の年齢や BMI などの比較	43
表 12	年齢と皮膚温との相関	49
表 13	年齢と角質水分量との相関	49
表 14	年齢と真皮水分量との相関	49
表 15	年齢と TEWL 値との相関	50
表 16	年齢と紅斑レベルとの相関	50
表 17	年齢と皮膚弾力値との相関	50
表 18	年齢と皮膚厚との相関：皮膚厚	50
表 19	BMI 値と皮膚温との相関	54
表 20	BMI 値と角質水分量との相関	54
表 21	BMI 値と真皮水分量との相関	55
表 22	BMI 値と TEWL 値との相関	55
表 23	BMI 値と紅斑レベルとの相関	55
表 24	BMI 値と皮膚弾力値との相関	55
表 25	BMI 値と皮膚厚との相関	55
表 26	血清 Alb 値および血清 TP 値と皮膚温との相関	56
表 27	血清 Alb 値および血清 TP 値と角質水分量との相関	56
表 28	血清 Alb 値および血清 TP 値と真皮水分量との相関	56
表 29	血清 Alb 値および血清 TP 値と TEWL 値との相関	56
表 30	血清 Alb 値および血清 TP 値と紅斑レベルとの相関	57
表 31	血清 Alb 値および血清 TP 値と皮膚弾力値との相関	57
表 32	血清 Alb 値および血清 TP 値と皮膚厚との相関	57
表 33	貧血の指標と皮膚温との相関	58
表 34	貧血の指標と角質水分量との相関	58
表 35	貧血の指標と真皮水分量との相関	58

表 36	貧血の指標と TEWL 値との相関	59
表 37	貧血の指標と紅斑レベルとの相関	59
表 38	貧血の指標と皮膚弾力値との相関	59
表 39	貧血の指標と皮膚厚との相関	60
表 40	背中 of 皮膚生理学的指標値間の相関	77
表 41	仙骨部の皮膚生理学的指標値間の相関	78
表 42	右踵部の皮膚生理学的指標値間の相関	79
表 43	左踵部の皮膚生理学的指標値間の相関	80
表 44	褥瘡発生率 (NPUAP 分類 Stage II 以上の褥瘡)	80
表 45	Stage II 褥瘡発生有患者 4 人の発生部位と発生時期	81
表 46	褥瘡発生の有無による性別・疾患・褥瘡危険因子保有状況の違い	81
表 47	年齢・BMI 値・血液検査値・BS 評価・MNA®-SF 評価による違い	82
表 48	皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関連：仙骨部	93
表 49	皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関連：両踵部	93

図目次

図 1	Braden, et の概念図	8
図 2	Benoit, et の概念図	8
図 3	本研究の枠組み	23
図 4	計測部位	29
図 5	計測機器と計測の順番	31
図 6	皮膚厚の計測方法	32
図 7	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：皮膚温	43
図 8	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：角質水分量	44
図 9	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：真皮水分量	45
図 10	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：TEWL 値	46
図 11	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：紅斑レベル	47
図 12	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：皮膚弾力値	48
図 13	高齢患者と健康な 20 代女性との比較：皮膚厚	48
図 14	性別による皮膚温の違い	51
図 15	性別による角質水分量の違い	51
図 16	性別による真皮水分量の違い	52
図 17	性別による TEWL 値の違い	52
図 18	性別による紅斑レベルの違い	53
図 19	性別による皮膚弾力値の違い	53

図 20	性別による皮膚厚の違い	54
図 21	便失禁の有無による仙骨部皮膚温の違い	60
図 22	便失禁の有無による仙骨部角質水分量の違い	61
図 23	便失禁の有無による仙骨部真皮水分量の違い	61
図 24	便失禁の有無による仙骨部 TEWL 値の違い	61
図 25	便失禁の有無による仙骨部紅斑レベルの違い	62
図 26	尿失禁の有無による仙骨部皮膚温の違い	62
図 27	尿失禁の有無による仙骨部角質水分量の違い	63
図 28	尿失禁の有無による仙骨部真皮水分量の違い	63
図 29	尿失禁の有無による仙骨部 TEWL 値の違い	63
図 30	尿失禁の有無による仙骨部紅斑レベルの違い	64
図 31	浮腫の有無による皮膚温の違い	65
図 32	浮腫の有無による角質水分量の違い	65
図 33	浮腫の有無による真皮水分量の違い	66
図 34	浮腫の有無による TEWL 値の違い	66
図 35	浮腫の有無による紅斑レベルの違い	67
図 36	浮腫の有無による皮膚弾力値の違い	67
図 37	浮腫の有無による皮膚厚の違い	68
図 38	BS 評価による皮膚温の違い	69
図 39	BS 評価による角質水分量の違い	70
図 40	BS 評価による真皮水分量の違い	70
図 41	BS 評価による TEWL 値の違い	71
図 42	BS 評価による紅斑レベルの違い	71
図 43	BS 評価による皮膚弾力の違い	72
図 44	BS 評価による皮膚厚の違い	72
図 45	MNA®-SF 評価による皮膚温の違い	73
図 46	MNA®-SF 評価による角質水分量の違い	74
図 47	MNA®-SF 評価による真皮水分量の違い	74
図 48	MNA®-SF 評価による TEWL 値の違い	75
図 49	MNA®-SF 評価による紅斑レベルの違い	75
図 50	MNA®-SF 評価による皮膚弾力の違い	76
図 51	MNA®-SF 評価による皮膚厚の違い	76
図 52	褥瘡発生の有無による皮膚温の違い	83
図 53	褥瘡発生の有無による角質水分量の違い	84
図 54	褥瘡発生の有無による真皮水分量の違い	84
図 55	褥瘡発生の有無による TEWL 値の違い	85
図 56	褥瘡発生の有無による紅斑レベルの違い	85
図 57	褥瘡発生の有無による皮膚弾力値の違い	86
図 58	褥瘡発生の有無による皮膚厚の違い	86

図 59	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部皮膚温の違い...	87
図 60	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部角質水分量の違い	87
図 61	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部真皮水分量の違い	88
図 62	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部 TEWL 値の違い..	88
図 63	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部紅斑レベルの違い	88
図 64	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部皮膚弾力値の違い	89
図 65	仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部皮膚厚の違い...	89
図 66	踵部褥瘡発生の有無による踵部皮膚温の違い.....	90
図 67	踵部褥瘡発生の有無による踵部角質水分量の違い...	90
図 68	踵部褥瘡発生の有無による踵部真皮水分量の違い...	90
図 69	踵部褥瘡発生の有無による踵部 TEWL 値の違い.....	91
図 70	踵部褥瘡発生の有無による踵部紅斑レベルの違い...	91
図 71	踵部褥瘡発生の有無による踵部皮膚弾力値の違い...	92
図 72	踵部褥瘡発生の有無による踵部皮膚厚の違い.....	92

第 1 章 序論

I. 研究の背景

わが国における褥瘡有病率は、2013年に実施された日本褥瘡学会の調査によると、一般病院 1.99%、療養型病床群を有する一般病院 2.20%、訪問看護ステーション 2.61%である¹⁾。同学会により日本ではじめて行われた 2006 年の調査では、一般病院 2.24%、療養型病床群を有する一般病院 3.32%、訪問看護ステーション 8.32%であり²⁾、減少してはいるが一定の患者が存在している。褥瘡研究の進展により、高性能の体圧分散マットレスが開発され、創部の診断および治療方法は進歩している。それでも、褥瘡発生リスクのある患者を適切にアセスメントすること、アセスメントに基づいて個別の予防対策を講じていくことが基本的に重要である。

褥瘡リスクアセスメントツールは、予防的介入に向けた褥瘡発生リスク患者の特定と効果的な予防的介入の実施への効果がある^{3, 4)}とされ、海外ではその使用が義務付けられている。しかし、日本も含め、海外で最も多く使用されている Braden スケール⁵⁾は、過剰予測の傾向があること、過剰予測がヘルスケア資源の浪費につながるものが指摘されている。日本で開発されたスケールも使用されているが、なかには評価者間で誤差が生じる可能性も指摘されているものもある⁶⁾。既存の褥瘡リスクアセスメントスケールは、評価者の主観的評価や本人および家族の申告からの評価で点数化されることから、血液検査⁷⁻⁹⁾、身体計測値^{9, 10)}、生理学的指標¹¹⁻¹³⁾などの客観的数値指標が予測因子となりうるかについての研究がされている。

我々が 2016 年に実施した高知県の在宅療養者を対象にした調査¹⁴⁾では、褥瘡保有者の平均年齢が 73.8 歳と高く、加齢に伴う疾患や低栄養が原因で発生していた。また、褥瘡保有者の独居の割合は高くなく、日々ケアを担う介護者や福祉職者と皮膚色など観察のポイントを共有する方法の開発の必要性が示唆された。わが国において、今後、医療機関以外の施設、療養場所、介護必要度の高い施設で活用できる褥瘡リスクアセスメントツールの開発の必要性も指摘されている⁶⁾。

高齢者の皮膚生理学的特性として、真皮および皮下組織は薄く、張力および弾力が低下していること、乾燥肌、免疫機能の障害が生じやすいことがあげられる。そこで、今回、高齢患者に特化した、高齢者の皮膚生理学的特徴を表現する褥瘡危険因子を探索しようと考えた。地域包括ケアの時代となり、高齢患者は、病院だけでなく介護施設、自宅と療養場所を移動し、療養生活を送る。このような高齢患者が、施設間および職種間の共通認識で評価を受けられる

ように、いずれの職種でも測定できる指標を用いることにも配慮した。

II. 研究目的

高齢患者の褥瘡予防に向けて、皮膚生理学的特性を表す指標と褥瘡発生との関連を検証すること

III. 研究の意義

本研究から得られた知見は、評価者間の誤差なく正確に予測可能な、どの職種でも活用できる褥瘡リスクアセスメントツールの開発につなげることができる。

第 2 章 文献の検討

I. 日本の褥瘡研究の概観

日本の褥瘡研究を概観するため、医学中央雑誌にて「褥瘡」をキーワードに、「原著」「会議録除く」「抄録あり」で検索をしたところ、4,380 文献であった。抄録を確認して、解説や褥瘡に関連のないテーマである文献を除くと 2,612 文献であった。最も古いものは 1977 年の文献であった。

主なテーマは、創部の治療やケア、創部のアセスメント方法、除圧方法、教育やシステムづくりに関する内容がみられた。今回焦点を当てる褥瘡危険因子探索の研究は、下肢の褥瘡に特化した危険因子探索¹⁵⁾、集中治療室にいる小児科患者への危険因子探索¹⁶⁾、手術中患者の褥瘡発生と微小気候との関係についての探索¹⁷⁾、脊椎損傷患者の生活スタイルにおける危険因子探索¹⁸⁾、急性期病院における Stage I の褥瘡悪化¹⁹⁾があった。また、高齢者に特化して危険因子を探索した研究は 3 文献²⁰⁻²²⁾であり、いずれも記録からのレビューであった。

II. 高齢者に焦点を当てた褥瘡研究の必要性

1. 加齢に伴う皮膚の変化

人間の老化の過程において、加齢に伴い臓器や器官の機能が低下し、臓器は萎縮する。これは、加齢により臓器や器官を構成する個々の細胞の機能低下が起こることに加え、機能が大きく低下した細胞は、細胞死（アポトーシス）を引き起こすことから細胞数の減少（すなわち臓器・器官の萎縮）を招き、その両者の影響で多臓器・他器官の機能がさらに低下していく²³⁾。

特に、皮膚は、このような退行性変化による皮膚機能の低下とともに、皮膚には太陽光線などの自然環境からの有害な刺激やその他さまざまな外的刺激の長期間の蓄積も加わる。したがって、高齢者の皮膚は障害を受けやすい状態にある²⁴⁾。さらに、高齢者は、慢性疾患、日常生活自立度の低下、多様で多数の服薬という皮膚障害を起こしやすい状況におかれているため、皮膚障害を回避するためのマネジメントを必要としている²⁵⁾。

Farage, et²⁴⁾は、皮膚の老化により、表皮と真皮の菲薄化、真皮乳頭の平坦化、表皮のターンオーバーの延長および角化細胞の増殖と終末分化の減少、弾力線維の減少、真皮における支持組織と血管分布の減少、真皮乳頭血管網の減少とループの平坦化、膠原線維と弾性線維の変化と喪失、免疫反応の障害、神経反応の障害、皮膚の菲薄化、汗腺の萎縮、角質層における脂質の減少および機能的変

化、真皮から表皮への水分の移動の減少、メラニン細胞の減少が生じるとし、それらが老人の皮膚障害に臨床的意義をもつとしている。

皮膚の老化による皮膚の菲薄化は、皮膚の萎縮性変化に影響されるとされ、これらの変化は、線維芽細胞の減少、すなわち、真皮のコラーゲン、エラスチンおよびプロテオグリカンの減少の結果である²⁶⁾。加齢に伴い、線維芽細胞は持続的に減少し、残りの線維芽細胞も増殖能力が減少する²⁷⁾。このことにより、コラーゲンやエラスチンの合成および細胞外基質（プロテオグリカンなど）の産生が減少し、異化や断裂が促進され、真皮の張力や弾性は低下する²⁷⁾。

皮下組織も非常に薄くなる²⁸⁾。皮下組織は、皮下脂肪の層であり、断熱と筋肉、腱、骨、関節から皮膚を分離すること、圧分配を均等にする機能を持つ。皮下組織が薄くなると、圧分配が均等でなくなり、外圧が働くと骨との間の皮膚内部に過剰な圧力が生じることになる。

老化によって、汗腺と脂腺の減少と活動性の低下が生じ、皮膚を弱酸性に維持する皮脂と汗の産生が減少する。その結果として、皮膚のpH値は上昇し、弱酸性が保ちにくく、病原体や細菌の浸入が生じ易い。皮脂は角質層を覆う油分であり、角質層にある細胞間脂質（主にセラミド）とともに、皮膚の自然の潤いとなって、角質からの過剰な水分の蒸散（経皮水分蒸散量）を防ぎ、皮膚の乾燥を防止している。細胞間脂質は、角化細胞の最終的なターンオーバーによって作られる。老化によるターンオーバーの遷延により細胞間脂質の生成が遅れ、細胞間脂質は不足する。したがって、老化により皮膚は乾燥し易く、高齢者にとって全身性乾皮症とそれに伴うかゆみはよく見られる皮膚障害である²⁹⁾。

2. 傷害を受けやすい高齢者の皮膚

高齢者は、真皮および皮下組織は薄く張力および弾力が低下していることから、皮膚表面に外力が働くと、皮膚内部に生じる力が大きくなりやすい。これは、応力（stress）と表現され、応力には、圧縮応力（compressive stress）、引張応力（tensile stress）、剪断応力（shear stress）がある⁶⁾。日本褥瘡学会の用語集検討委員会では、圧縮応力は「外力によって圧縮される方向に働く応力」、引張応力は「外力によって引っ張られる方向に働く応力」、剪断応力は「外力によって任意の断面方向に働く応力」と定義されている⁶⁾。剪断応力や、外側から皮膚に垂直に働いた圧力による圧縮応力や引張応力は、組織の歪みや組織の虚血をもたらす³⁰⁾。

尿失禁や便失禁がある高齢者は、皮膚pH値の上昇、乾燥肌、免疫機能の低下も加わり皮膚炎を起こしやすい³¹⁾。さらに、長時間の便や尿との接触は、細胞膜への透水増加の結果皮膚を浸軟させ、これ

は、病原体、刺激物質または酵素による侵襲に対して表皮を脆弱にする³⁰⁾。脆弱な皮膚の状態が、摩擦(friction)やずれ(shear)をより大きくし、皮膚や皮下組織への傷害をもたらす³⁰⁾。

III. 褥瘡の発生機序

1. 褥瘡の定義

褥瘡は、2005年に褥瘡学会により、「身体に加わった外力は骨と皮膚表層の間の軟部組織の血流を低下、あるいは停止させる。この状況が一定時間持続させると組織は不可逆的な阻血性障害に陥り褥瘡になる。」³²⁾と定義されたように、ベッドなどの支持面との接触部位に血行不全をきたし、皮膚皮下組織の壊死を生じてできる潰瘍である³³⁾。

米国の National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) とヨーロッパの European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP) は共同で、褥瘡を「圧力または剪断力と組み合わせた圧力の結果として、通常は骨の隆起を超える皮膚および/または下層組織への局所的損傷」³⁴⁾と定義した。NPUAPは、2007年に褥瘡深達度分類を改訂しており、従来³⁵⁾の4つの分類に、sDTI (Suspected deep tissue injury) と分類不能 (Unstageable/unclassified) を追加した³⁵⁾。従来³⁵⁾の4つの分類は、「Stage I : 消退しない発赤」「Stage II : 真皮の部層分欠損または水疱」「Stage III : 全層皮膚欠損 (骨・腱・筋肉は露出せず脂肪層の露出)」「Stage IV : 骨・腱・筋肉の露出を伴う全層組織欠損」である。sDTIは、「圧力や剪断力によって生じた皮下軟部組織が損傷に起因する、限局性の紫色または栗色の皮膚変色または虚血」⁵⁾、分類不能は、「創底にスラフ (slough) (黄色、黄褐色、灰色、緑色または茶色) やエスカー (eschar) (黄褐色、茶色または黒色) が付着し、潰瘍の実際の深さが全くわからなくなっている全層組織欠損」⁵⁾と定義された。これまでは、圧迫により皮膚表面から皮下組織へ組織の損傷が進展していくと考えられてきたが、近年の研究によって、骨の圧迫と深部組織の歪みが起こり、その歪みが深刻な虚血を生じさせ、sDTIが発生すると考えられるようになった³⁵⁾。

2. 褥瘡の発生機序

褥瘡の発生機序について、皮膚の内部の観察ができないことから、試験管や動物を用いた研究が行われており、応力と組織内部の歪みが損傷閾値と相互作用して褥瘡発生をもたらすことが示されている³⁶⁾。褥瘡の発生機序として、限局性の虚血、再灌流障害、リンパ排水障害、細胞の持続性変形の4つが提案されている³⁷⁾。

1) 限局性の虚血

健康な人間に実施された圧力負荷後に微小血管を観察した研究

³⁸⁾や、人工筋組織を用いた研究³⁷⁾などの結果より、外的な負荷によって引き起こされる軟部組織における血管の閉塞あるいは閉鎖によって、細胞への栄養の供給と代謝産物の排泄の減少が生じていることが明らかにされている。これが、局所的な領域から最終的には組織損傷を引き起こすと考えられている³⁶⁾。

2) 再灌流障害

虚血再灌流障害は、1985年にMcCord³⁹⁾によって提唱された概念であり、虚血状態にある臓器、組織に血液再灌流が起きた場合、その臓器、組織内の微小血管において種々の毒性物質の産生が引き起こされるといえるものである。最近、虚血再灌流障害の病態には、フリーラジカルのほか、炎症性サイトカインなど、さまざまなメディエーターが関与していることが明らかになっている。

褥瘡についても、マウスを用いて、持続性の圧迫と間歇的な圧迫における毛細血管の循環動態を観察した研究⁴⁰⁾や、圧迫後の皮下組織片の組織学的変化を観察した研究⁴¹⁻⁴³⁾が、褥瘡発生に再灌流障害が関与していることを明らかにしている。また、虚血再灌流部位にマクロファージの浸潤と炎症性サイトカインの増加が認められることも明らかにされている^{42, 43)}。

3) リンパ液流出障害

外力によりリンパ流が障害されることは古くから知られている³³⁾。リンパ還流のうっ帯が老廃物や酵素の蓄積を招き、組織障害をきたすと考えられているが、褥瘡発生への関与についてはあまりわかっていない³³⁾。

4) 細胞の持続性変形

筋肉の変形が、細胞骨格に直接的な損傷を与えるとされている³⁵⁾。Gawlitza, et⁴⁴⁾は、人工筋組織を用いた研究で、筋肉の変形そのものが即時的に作用し細胞生存率に影響を与えること、一方、虚血は長期間の負荷によって細胞生存率を低下させることを明らかにしている。このメカニズムはまだ明らかでないが、細胞骨格の膜破壊または変形によって誘発される生化学的経路の活性化を生じていることが考えられている³⁶⁾。

3. 褥瘡の組織変化

Witkowski, et⁴⁵⁾は、59人の人間を対象に、パンチあるいはメスを用いて褥瘡部の標本を採取し、固定、染色した後に顕微鏡で観察した。標本は、消失する紅斑および消失しない紅斑から深い潰瘍まで採取された。消失する紅斑では、真皮乳頭の毛細血管や小静脈周囲に集中して組織変化がみられることが特徴的であった。これらの血管は著しく拡張しており顕著な内皮細胞腫大がみられていた。消失しない紅斑でも、真皮乳頭内の血管に変化があった。一貫して見

られた特徴は、毛細血管および小静脈での赤血球充満であった。またいくつかの標本からは、血管拡張、血管周囲細胞浸潤、真皮乳頭浮腫の存在および炎症性細胞浸潤も認められた。

したがって、NPUAP 分類の Stage I である、消失しない発赤という肉眼的な変化が見られる段階から既に真皮は傷害を受けているといえる⁴⁶⁾。

IV. 褥瘡リスクアセスメント

1. 褥瘡リスクアセスメント

褥瘡予防の基本は、褥瘡発生の危険性（リスク）を評価し、リスクに応じた褥瘡予防ケアを実施することである⁵⁾。米国の Wound Ostomy and Continence Nurses Society (WOCN) や EPUAP で発行されているエビデンスにもとづいた褥瘡予防・治療ガイドラインでは、予防の最初の勧告はリスクアセスメントとされている⁵⁾。このように、米国では、Braden スケールのような信頼性、妥当性が証明されているリスクアセスメントツールを活用することが求められている⁴⁷⁾。

2. 褥瘡リスクアセスメントツール活用に関する研究

今日、わが国も含め世界中で最も広く使われている褥瘡リスクアセスメントツールが、Braden スケールである⁵⁾。これは、Braden⁴⁸⁾らが提唱した褥瘡発生概念に基づきスケール化された⁴⁹⁾。現在、我々が使用しているのは、真田ら⁵⁰⁾が日本語版に邦訳したものである。海外では、50 以上のアセスメントツールが開発されている⁵¹⁾が、Braden スケールに加え Norton スケール⁵²⁾、Waterlow スケール⁵³⁾がよく使用されている。Braden スケール、Norton スケール、Waterlow スケールの中では、診断精度において、Braden スケールが、感度（57.1%）と特異度（67.5%）のバランスが最もよいことが示されている³⁾。

しかし、Braden スケールを含め、通常よく使用されるリスクアセスメントツールの感度と特異度が低いことが指摘されている⁵⁴⁾。また、Braden スケールの陽性反応的中率は 9%から 42%であり、Braden スケールの活用において過剰予測の傾向があること、過剰予測がヘルスケア資源の浪費につながることを指摘されている^{55, 56)}。

また、リスクアセスメントツールの使用が、褥瘡発生を減少する根拠とはならないこと³⁾、予測的因子として比較的弱いことも示されている⁴⁾。とはいえ、看護師の臨床判断のほうがリスクアセスメントツールに比べ褥瘡発生予測力が高いことは示されておらず^{57, 58)}、リスクアセスメントツールと臨床判断との併用が勧められている³⁴⁾。したがって、褥瘡リスクアセスメントツールは、予防的介入

に向けた褥瘡発生リスク患者の特定と効果的な予防的介入の実施への効果がある^{3, 4)}。

Braden スケールなどスケールの正しい活用のためには、評価者の習熟と定期的な評価が必要である⁵⁹⁾。Braden スケールの活用における評価者（熟練した看護師）間の信頼性を確認した研究では、合計における評価者間の評価の違いはほとんどなかったが、サブスケールの「湿潤」「知覚の認知」「栄養」の ICC 値は 0.6~0.7 と低かった^{60, 61)}。Braden スケールに皮膚の特徴と BMI を組み込み、修正版 Braden スケールの開発を試みた研究^{62, 63)}や ICU 患者に対して BMI 値を Braden スケールに組み込んだ研究¹⁰⁾がなされており、いずれも高い予測能力を持つことを示している。また、特に「栄養」のサブスケールについては、その評価が自己や家族からの申告のため主観的になるとし、血清 Alb 値などの血液データ^{8, 9)}、SGA⁹⁾や MNA⁸⁾という栄養評価ツールを Braden スケールに含め予測能力を確認する研究がされている。これらについては、血清 Alb 値や栄養評価ツール単独の方がむしろ予測能力は高いことが示されている^{8, 9)}。

3. 褥瘡危険因子と概念図

褥瘡形成において、圧力や剪断力だけでは完全に説明できず、危険因子として知られる他の因子が、その形成過程の一部の役割を担っている⁶⁴⁾。1970年にLowthianが、Nortonスケールと褥瘡発生との間の可能な関係を探るため概念図を導入し、その後、褥瘡と危険因子との病理学的洞察がかなり改善され、「組織耐久性」と呼ばれる新しい概念が受け入れられた⁶⁴⁾。1987年にBraden, et⁴⁸⁾は、「組織耐久性」を含む新しい概念図を示し、Bradenスケールの理論的基盤とした（図1）。褥瘡発生に「圧迫」と「組織耐久性」の2つの要因があるということである。「圧迫」は、可動性の減少、活動性の低下、認知の低下が関連している。「組織耐久性」は、圧迫あるいは機械的刺激に耐える皮膚と皮下組織の能力であり、皮膚および支持構

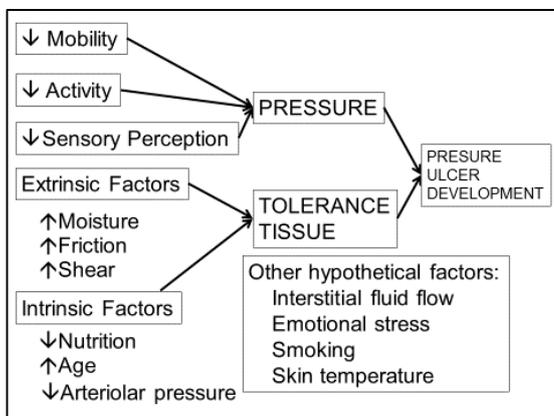


図 1 Braden, et の概念図

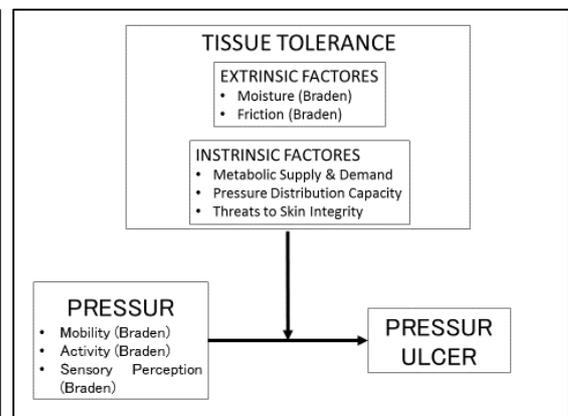


図 2 Benoit, et の概念図

造の構造と統合に影響を与える因子と定義されている⁴⁹⁾。これは、湿潤、摩擦、ずれを含む外的因子、栄養、年齢、血圧を含む内的因子が関連している。その後、1990年にDefloor⁶⁴⁾は、「組織耐久性」が、褥瘡に発展するかどうかを決定する因子であり、決定的要素ではなく仲介変数であるとし、新たな概念図を提案した。

2012年にはBenoit, et⁶⁵⁾が、重症患者に特化した概念図を提案した(図2)。これは、ICU入室患者と手術適応となった患者を対象に、前向き調査によって褥瘡危険因子について多変量解析を用いて明らかにし、かつ、研究のクオリティの高い8つの研究から作られた。この概念図も、「組織耐久性」を仲介変数にしている。この概念図では、Bradenらの概念図と同様に、「組織耐久性」に「外的因子」と「内的因子」の2つが含まれ、「内的因子」の概念を強化したことが特徴である。「内的因子」の「代謝の需要と供給(metabolic supply and demand)」は、生理学的バランスを変化させる因子であり、組織への灌流と酸素化、Bradenスケールの栄養サブスケール、外科的処置、病気の重症度、透析・体温・ステロイドの使用が含まれる。「圧力配分能力(pressure distribution capacity)」は、体表面に圧力を分配する皮下脂肪の蓄積に関連しており、変数には、性別、体型、年齢が含まれる。「皮膚の統合性(skin integrity)の脅威」とは、皮膚の保護能力に影響を与える状態に関連しており、変数には、既存の褥瘡、乾燥または薄い皮膚、浮腫、圧力がかかりやすい領域の皮膚問題、便失禁などの化学的暴露が含まれる。Coleman, et³⁶⁾も、文献レビューと専門家グループの討議で、新しい概念図を提案している。この概念図は、「機械的境界条件(mechanical boundary conditions)」と「個体の感受性および耐性(individual susceptibility & tolerance)」との関係を示していることが特徴である。「機械的境界条件」には、「機械的負荷の大きさ」と「持続時間」「負荷の種類(圧力か摩擦かずれか)」が含まれ、「不動」と「貧弱な感覚と反応」の2つの危険因子が影響を与える。「個体の感受性および耐性」には、「生理学および修復」「組織灌流と体温」「皮膚の状態」「組織と骨の形態」が含まれ、「皮膚や褥瘡の状態」「貧弱な組織灌流」「貧弱な栄養」「糖尿病」「皮膚湿潤」「低Alb値」の危険因子が影響を与える。個人の組織損傷には、「機械的境界条件」と「個体の感受性および耐性」の2つのバランスが関係している。

Benoit, et⁶⁵⁾は、褥瘡危険因子を「褥瘡の発症リスクに実際にまたは理論的に影響を及ぼす、単独または他のものと組み合わせて生じる患者固有の特徴」と定義している。一方、Coleman, et al³⁶⁾は、危険因子(risk factor)と因果要因(causal factor)とを区別し使用している。これは、因果要因が、臨床結果と因果関係があ

る危険因子であり、統計的ではなく実験的に（結果に影響することが知られている）定義されるという Brotman, et ⁶⁶⁾の提案を根拠にしている。

4. 高齢患者における褥瘡危険因子に関する研究

Coleman, et ³⁶⁾は、褥瘡リスクアセスメントは、最新の概念的枠組みによって支えられることが重要であるとしている。さらに、褥瘡の概念枠組みは関連するすべての研究分野からの証拠によって作られるべきであり、新たな証拠を更新していくことも重要であるとしている。褥瘡リスクアセスメントスケールは、褥瘡発生と独立して関連する因子について多変量解析を用いて特定し、その結果を基盤に開発することが必要であるというコンセンサスから、海外では、多変量解析を用いて褥瘡危険因子を特定する研究が多くなされている ⁶⁷⁾。

我々は高齢患者における褥瘡危険因子の特徴を文献から検討することを試みた。まず、Coleman, et ⁶⁷⁾のシステマティックレビューより、高齢者を対象にした 14 文献 ^{68-77, 15, 11, 7, 78)}を選択した。そして、このレビューでカバーされていない 2011 年以降について、CINAHL および MEDLINE にて、「pressure ulcer or pressure sore or bedsore or decubitus」と「risk factor」あるいは「risk assessment」を組み合わせ検索し、多変量解析を用いて高齢患者を対象に褥瘡危険因子を特定している研究から有用と思われるもの 6 件 ^{79-82, 8, 83)}を選択した。

これら、20 文献を概観すると、研究場所は、ナーシングホームや長期療養施設 ^{11, 15, 68, 72, 74, 76, 78, 79, 80)}および病院 ^{7, 8, 70, 73, 75, 77, 81, 83)}が 8 文献と最も多かった。前向きコホート研究が 11 文献 ^{7, 11, 15, 68-70, 75, 76, 79, 78, 82)}、褥瘡予防ケアの介入研究と同時に調査した研究が 4 文献 ^{75-77, 83)}であった。変数に Braden スケールなど既存のスケールを用いているのは 17 文献 ^{8, 7, 11, 15, 68-73, 75-79, 81, 82, 83)}あり、このうち、スケールの予測能力の評価を目的としているものは 2 件 ^{75, 76)}、残りは新規因子の探索および Braden スケールの予測能力を高める目的であった。(表 1)

表 1 高齢者患者における褥瘡危険因子探索の研究

著者	場所	対象	研究デザインと分析	変数 BS: ブレーデンスケール NS: ノートンスケール	①観察期間 ②観察間隔	最終結果	モデル	OR HR	CI
Bergstrom et al. (1992) (USA)	ナーシングホーム	200人	前向きコホートレジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④人体計測(身長、膝高、体重、上腕三頭筋厚) ④食事量(観察)と Nutritionist IIIを用いた摂取した成分量の把握 ⑤血圧、体温 ⑥血液検査 (serum iron, total iron binding capacity, unsaturated iron binding capacity, total protein, Alb)	①12週間あるいは退院まで ②毎週1回観察	200人中147人(73.5%) Stage I以上	モデル① Stage I以上 BS 拡張期血圧 体温 年齢 protein(%RDA) モデル② Stage II以上 BS 拡張期血圧 年齢 protein(%RDA) モデル③ Stage Iのみ BS 拡張期血圧 体温 iron(%RDA)		記載なし
Bergstrom et al. (1996) (USA)	ナーシングホーム、軍人病院、大学院	843人	前向きコホートレジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④体位交換	①4週間または退院まで ②皮膚評価とBSは、最初の日、48時間ごとと72時間→月・水・金	843人中108人(12.8%) Stage I以上	モデル① BS 年齢 人種 モデル② BSの可動性 BSの活動性 循環器疾患 モデル③ BS	1.3 1.0 2.7 1.7 1.5 2.5 1.4	1.2-1.4 0.95-0.98 1.3-6.0 1.3-2.3 1.1-1.9 1.1-5.5 1.3-1.5
Tourtual et al. (1997) (USA)	急性期病院	291人	前向きコホートレジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④血液検査 (Alb, protein, Hb) ⑤身長・体重 ⑥脈拍 ⑦ケア内容	①②記載なし	291人中63人(21.6%) Stage I以上	BSの摩擦とずれ BSの皮膚湿潤		記載なし

著者	場所	対象	研究デザインと分析	変数 BS: ブレーデンスケール NS: ノートンスケール	①観察期間 ②観察間隔	最終結果	モデル	OR HR	CI
Bergquist et al. (1999) (USA)	ホームケア (USA)	1711人	後ろ向きのレビユーロックスティ回帰分析 Cox比例ハザード分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④オマハシステムによる看護記録、環境・身体・精神・健康行動の4つのドメイン ⑤同居者、入院・施設入所期間、退院理由 ⑥保険 →ホームケア開始時に作成される「patient information summary」「HCFA-485」「nursing admission assessment」から185項目	①研究終了、ホームケアの終了、死亡、その他の理由で中止 ②看護記録から皮膚状態を把握	1567人中55人(3.2%) Stage II以上	車椅子上の活動性制限 ADLに補助が必要 便・尿失禁 BSの可動性 貧血 主要な介護者が子ども 男性 最近の骨折 酸素の使用 皮膚ドレナージ	2.8 2.7 2.8 5.2 4.0 5.8 1.9 3.4 3.9 6.6	1.2-6.5 1.5-4.8 1.2-6.8 2.4-11.1 1.6-9.5 2.1-15.9 1.1-3.2 1.6-7.6 2.1-7.6 2.3-19.2
Ooi et al. (1999) (USA)	ナーシングホーム	5518人	後ろ向きのレビユーロックスティ回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③日常生活行動 ④失禁 ⑤医療保険 ⑥スタッフの褥瘡発生を誘引する行動(介護方法、コミュニケーションの問題、身体拘束など)	①最大2年、死亡は中止 ②ベースラインデータ以降のデータ収集について記録なし	5518人中629人(11.4%) Stage II以上	年齢 糖尿病 失禁 移動 メディケア対象者 施設(中間リスク) 施設(高リスク)	1.0 1.4 1.6 1.5 1.2 1.6 1.9	1.00-1.03 1.1-1.7 1.2-2.0 1.2-1.8 1.0-1.4 1.3-2.0 1.5-2.4
Bourdel-Marchasson et al. (2000) (France)	35施設の神経科、胃腸科、整形外科、血管外科、内科、老療人医療	672人	RCT(栄養状態評価による栄養介入の研究) Cox比例ハザード分析	①人口動態変数 ②NS、Kuntzmann score ③体重 ④血液検査(Alb、CRP) ⑤栄養介入の摂取状況(トレイの残量、サプリメントの残量など)	①15日間、または死亡あるいは退院まで観察 ②NS、Kuntzmann score、体重、Alb、CRPは入院時、摂取量は、2、5、8、12、15日目に調査	672人中299人(44.5%)	低Alb 下肢の骨折 NS5-10vs>14 Kuntzmann score コントロール群 Vs栄養介入	1.1 2.7 1.3 1.2 1.6	1.0-1.1 1.8-4.1 1.0-1.6 0.3-4.6 1.0-2.4

著者	場所	対象	研究デザインと分析	変数 BS: プレーデンスケール NS: ノートンスケール	①観察期間 ②観察間隔	最終結果	モデル	OR HR	CI
Baumgarten et al. (2004) (USA)	ナーシホーム	2285人	前向きコホート研究 Cox比例ハザード分析	①人口動態変数(年齢、性別、人種) ②医療情報(疾患と合併症、糖尿病、認知症) ③ADLや日常生活自立度 ④BMI ⑤失禁 ⑥入院期間、保険	①記載なし ②入院時あるいは入院後MDSのデータベースやケア施設のインタビューにて収集	1938人中450人(23.2%) Stage II以上	黒人 ADL依存 入所時すでに褥瘡あり	1.3 1.4 1.8	1.0-1.7 1.3-1.5 1.4-2.3
Lindgren et al. (2004) (Sweden)	大学病院と国立病院	548人	前向きコホート研究 ロジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③筆者らが開発したRAPスケール 内容: 一般状態、活動、可動性、湿潤、経口摂取、水分摂取、知覚の認知、摩擦とズレ、体温、Alb ④血圧 ⑤身長と体重 ⑥皮膚状態 ⑦入院期間	①4週間 ②RAPスケール: 入院後24時間以内 皮膚評価: 毎週1回	530人のうち62人(褥瘡発生率: 11.7%) Stage II以上を基準	①全体 RAPSの可動性 入院期間 年齢 手術の経験 体重 ②医療入院 RAPSの可動性 入院期間 拡張期血圧 ③外科手術患者 RAPSのAlb 入院期間 体重	0.5 1.0 1.0 4.8 0.9 0.4 1.0 0.9 0.5 1.0 1.0	0.33-0.86 1.01-1.05 1.01-1.08 2.03-11.39 0.94-0.99 0.20-0.63 1.00-1.04 0.92-0.99 0.27-0.93 1.0-1.07 0.93-0.98
Defloor et al. (2005) (Belgium)	介護施設	1772人	RCT(体位交換とポジショニングプログラムの介入研究) ロジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BSおよびNS ④座位姿勢(滑り具合) ⑤皮膚状態(乾燥・浸軟) ⑥皮膚循環(毛細血管の3秒未満の再充血) ⑦蛋白補助食品の摂取、飲水 ⑧BMI ⑨既存の褥瘡の状態	①4週間 ②BSとNSは2週間に1回、皮膚観察は毎日、そのほかの項目はカルテ記録	Stage II 体交 314人中61人(19.4%) 非体交 1458人中302人(20.7%) Stage II以上 体交 314人中16人(5.1%) 非体交 1458人中171人(11.7%)	モデル① Stage I BSの知覚の認知 皮膚状態 褥瘡の存在 モデル② Stage II BSの活動性 BSの知覚の認知 皮膚状態 褥瘡の存在	0.8 1.5 2.3 0.7 0.7 1.6 1.9	0.6-1.0 1.2-1.9 1.4-3.5 0.5-1.0 0.6-1.0 1.3-2.1 1.1-3.0

著者	場所	対象	研究デザインと分析	変数 BS: プレーデンスケール NS: ノートンスケール	①観察期間 ②観察間隔	最終結果	モデル	OR HR	CI
Nixon et al. (2006) (UK)	NHS の中の 11 病院	1972 人	RCT (除圧敷布と圧交換型マットレスの比較の介入研究) ジステイック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④血液検査 (Hb) ⑤病棟の特徴、救急か予定入院か ⑥Stage II 以上の褥瘡の存在 ⑦敷布かマットレスか	①移動性および活動性の改善、移動性および活動性に Stage II の褥瘡が 3 日間連続で治癒傾向が見られる、転棟、転院、介入から 60 日、死亡 ②皮膚評価は毎日	1871 人中 207 人 (10.5%) Stage II 以上	救急入院 ベースライン時の創部のベースライン時の皮膚障害 ベースライン時の紅斑 年齢 糖尿病	3.7 3.0 1.7 2.0 1.0 1.6	2.3-5.9 1.7-5.1 1.0-2.8 1.3-2.9 1.002-1.04 1.0-2.6
Okuwa et al. (2006) (Japan)	長期療養施設	259 人	前向きコホート研究 Cox 比例ハザード分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④拘縮、足関節の可動性 ⑤FIM の 26 サブスケール ⑥血液検査 ⑦ABI ⑧寝たきり期間	①1 年間 ②皮膚観察は毎日	259 人中 33 人 (12.7%) Stage II 以上	ABI 値 寝たきり期間 男性性別	0.1 1.0 3.0	0.023-0.242 1.004-1.015 1.450-6.009
Bates-Jensen et al. (2007) (USA)	ナーシングホーム	35 人	前向きコホート一般化ロジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③MDS の情報 ④BS ⑤皮膚の視覚的評価 ⑥表皮下水分量 (SEM)	①52 週間または褥瘡発生まで ②MDS 情報の確認、BS は 1 か月に 1 回、表皮下水分量と皮膚評価は毎週 1 回	35 人中 16 人 (45.7%) Stage II 以上	SEM BS	1.0 6.8	1.004-1.012 0.6-72.3
Bates-Jensen et al. (2008) (USA)	ナーシングホーム	31 人	前向きコホート一般化ロジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③MDS の情報 ④BS ⑤皮膚の視覚的評価 ⑥表皮下水分量 (SEM)	①20 週または褥瘡発生まで ②MDS 情報の確認、BS は 1 か月に 1 回、表皮下水分量と皮膚評価は毎週 1 回	31 人中 15 人 (48.4%) Stage II 以上	SEM	1.0	1.005-1.010

著者	場所	対象	研究デザインと分析	変数 BS: プレーデンスケール NS: ノートンスケール	①観察期間 ②観察間隔	最終結果	モデル	OR HR	CI
Hatanaka et al. (2008) (Japan)	急性期の病院内の呼吸器疾患棟	149人	前向きコホート研究 Cox比例ハザード分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④血液検査 (RBC、WBC、Plt、Hb、Alb、Cho、T-bil、AST、CRP、Urea、Cre)	①3ヶ月間、褥瘡発生、退院まで ②皮膚観察は毎日、血液検査のみ3~4ヶ月に1回	149人のうち38人(褥瘡発生率: 33.3%) Stage II以上を基準	年齢 性別 Alb Hb logCRP	1.0 0.7 0.4 1.2 1.9	0.97-1.03 0.3-1.7 0.2-0.9 1.1-1.4 1.0-3.9
Vanderwee et al. (2009) (Belgium)	ナースホーム	235人	前向きコホート研究 Cox比例ハザード分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④体温、血圧 ⑤拘縮	①Stage II以上の褥瘡になる、退院する、死亡するまで ②皮膚観察は毎日	235人のうち44人(18.7%) Stage II以上	Age>80-90 Age>90 CVA 尿失禁 尿・便失禁 拘縮 低血圧	0.6 0.4 1.9 0.2 0.5 2.0 3.4	0.3-1.2 0.2-0.8 1.1-3.7 0.1-0.6 0.2-1.1 1.0-4.0 1.6-7.5
Iizaka et al. (2010) (Japan)	ホームケア	褥瘡あり患者290人 褥瘡なし患者456人	質問紙調査 ロジスティック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③厚生労働省の褥瘡に関する危険因子評価表 ④日常生活自立度 ⑤栄養状態: BMIが18.5以下、血清Alb値3.0以下、Hbが11.0以下、主観的な評価で体重減少、浮腫、不適切な飲食→これらを看護師が包括的に評価 ⑥専門職による栄養介入: 食事摂取方法(経管栄養など) ⑦予防ケア ⑧家族構成、介護者の年齢	質問紙を配布 褥瘡がある患者は、褥瘡発生前の状況、褥瘡がない患者は1ヶ月前の状況	610人中189人(31%) Stage II以上	低栄養 年齢 性別 介護度3-5 要支援 介護度1-2 脳血管疾患 糖尿病 可動性不可(ベッド) 可動性不可(車椅子) 極度の骨突出 関節拘縮 過剰な皮膚湿潤 浮腫	2.3 1.0 1.0 0.8 1.3 1.3 0.5 1.2 1.9 1.2 1.4 1.2 1.7 1.3	1.53-3.44 0.97-1.02 0.63-1.44 0.18-3.10 0.44-3.89 0.60-2.80 0.36-0.80 0.70-2.05 1.14-3.22 0.76-1.83 0.95-2.16 0.72-1.93 1.08-2.53 0.86-1.91
Cowan et al. (2012) (USA)	退役軍人内性病棟	213人(褥瘡なし113人、褥瘡あり103人)	後ろ向きのチャータービュスティック回帰分析	①人口動態変数(年齢、性別) ②Fogerty et alの研究で特定した17の褥瘡に関連する疾患 ③BS ④血液検査(Hb, Hct) ⑤入院期間またはICU入室期間	カルテ記録	100人の褥瘡あり群のうち Stage I 5% Stage II 74% Stage III 5% Stage IV なし DTII 3% 判定不能 5%	肺炎 カンジダ 外科手術 低栄養	7.9 9.5 5.8 5.0	3.4-18.6 3.4-26.4 2.5-13.8 1.9-12.9

著者	場所	対象	研究デザインと分析	変数 BS: ブレーデンスケール NS: ノートンスケール	①観察期間 ②観察間隔	最終結果	モデル	OR HR	CI
Suttipong et al. (2012) (Thailand)	タイ首都圏の3つの地区の居住者	168人 (脳卒中患者に特化)	横断研究 ロジック回帰分析	①人口動態変数 ②脳卒中の重症度、脳卒中の診断経過 ③BS ④脳卒中の深程度: カナディアン神経学スケール (タイ語版) ⑤ソーシャルサポート質問紙 (タイ語版) ⑥タイ版老人うつスケール ⑦同居家族、患者-介護者間の関係性	①②記録レビューとインタビュー	168人中80人 (47.6%) Stage I 以上	BSの活動性 BSの皮膚湿潤 BSの栄養 BSの摩擦とずれ うつ	3.2 1.8 2.4 19.7 3.1	1.15-9.39 1.13-2.87 1.40-4.36 4.97-72.29 1.54-6.49
Yatabe et al. (2013) (Japan)	地方の急性期および一般病院	422人	前向きコホート 一般化ロジック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④血液検査 (Total protein, Alb, CRP, AST, ALP, cholinesterase, blood urea, nitrogen, creatinine, triglyceride, fasting plasma glucose, plasma amino acid, SGAで栄養状態が深刻あるいはBS15未満の人のみ phosphorus, copper, zinc, vitamin A, vitamin B1, vitamin E, insulin ⑤MNA® ⑥SGA	①記載なし ②皮膚評価は毎日	422人中30人 (7.1%) Stage II 以上	MNA	0.7	0.533-0.805
Demarre et al. (2014) (Belgium)	5つの病院の老人病棟と内科病棟	610人	RCT (マットの種類を含む標準化予防ケア) ロジック回帰分析	①人口動態変数 ②医療情報 ③BS ④身長・体重 ⑤血圧、体温 ⑥失禁、カテーテル留置 ⑦施設の種類の種類	①14日間、介入研究の辞退、転棟、転院、死亡 ②皮膚観察は毎日	610人中35人 (5.7%) Stage II 以上	モデル① Stage II-IV Stage I 泌尿器疾患 体温 尿カテーテルの留置 IAD BS モデル②仙骨部のStage II 内科病棟 IAD Stage I BS	5.4 3.8 1.7 2.0 2.2 0.9 4.2 4.2 3.0 3.7 0.8	2.40-11.99 1.03-13.70 1.02-2.66 0.92-4.37 0.92-4.37 0.75-1.01 1.20-7.52 1.20-7.52 1.20-7.52 1.53-9.11 0.67-0.94

次に、最終モデルに残った変数を統合し、Benoit, et al.⁶⁵⁾の概念図をもとに分類した。(表2) この表から、「組織耐久性」の内的因子における、「代謝の需要と供給」の疾患や栄養の変数、「圧力配分能力」および「皮膚統合性の脅威」の変数が、高齢患者の生理学的および身体的特徴につながっていることがわかる。Braden スケールのような既存のスケールは、合計点で表現されるため、個人の特徴を表現することは難しく、個別の効果的なケアにつながらない。したがって、今後も、高齢患者に特化した強い予測因子を特定する研究が必要である。

表 2 高齢患者におけるリスク因子と変数

Benoit, et al. (2012) 概念図での分類	リスク因子	変数	文献	
圧力 (Pressure)	活動性や可動性	BS の活動性	Bergstrom, et. (1996), Defloor, et. (2005), Suttipong, et. (2012)	
		BS の可動性	Bergquist, et. (1999), Bergstrom, et. (1996)	
		他スケールでの活動	Lindgren, et. (2004), Iizaka, et. (2010)	
		ADL の状況	Bergquist, et. (1999), Baumgarten, et. (2004)	
		移動や体動きの状況 (観察)	Bergquist, et. (1999), Ooi, et. (1999), Iizaka, et. (2010)	
		安静臥床が必要な疾患や治療 (骨折や手術)	Bergquist, et. (1999), Bourdel-Marchasson, et. (2000), Lindgren, et. (2004), Cowan, et. (2012)	
		寝たきり期間	Okuwa, et. (2006)	
	知覚の認知	BS の知覚の認知	Defloor, et. (2005)	
	組織耐久性 (Tissue Tolerance) 外的因子 (Extrinsic Factors)	湿潤	BS の皮膚湿潤	Tourtual, et. (1997), Suttipong, et. (2012)
			皮膚湿潤 (観察)	Iizaka, et. (2010)
尿失禁			Vanderwee, et. (2009)	
便尿失禁			Ooi, et. (1999), Bergquist, et. (1999), Vanderwee, et. (2009)	
摩擦とずれ		尿カテーテルの留置	Demarre, et. (2015)	
組織耐久性 (Tissue Tolerance) 内的因子 (Intrinsic Factors)	代謝の需要と供給 (Metabolic Supply & Demand)	体温	体温	
		体温	Bergstrom, et. (1992), Demarre, et. (2015)	
	循環	血圧	血圧	Bergstrom, et. (1992), Lindgren, et. (2004), Vanderwee, et. (2009)
		ABI 値	Okuwa, et. (2006)	
	酸化	酸素の使用	Bergquist, et. (1999)	
		血液学的指標	貧血の指標 (Hb, iron)	Bergquist, et. (1999), Bergstrom, et. (1992), Hatanaka, et. (2008)
	疾患	炎症の指標 (CRP)	炎症の指標 (CRP)	Hatanaka, et. (2008)
			糖尿病	Ooi, et. (1999), Nixon, et. (2006), Iizaka, et. (2010)
			脳血管疾患 循環器疾患 カンジダ	Vanderwee, et. (2009), Iizaka, et. (2010) Bergstrom, et. (1996) Cowan, et. (2012)

		肺炎	Cowan , et. (2012)
		泌尿器疾患	Demarre , et. (2015)
	栄養	BS の栄養 Alb や protein(%RDA) などの血液検査 患者の状態や血液検査から総合的な判断や診断 MNA® 体重	Suttipong , et. (2012) Bergstrom , et. (1992), Bourdel-Marchasson , et. (2000), Hatanaka , et. (2008) Bourdel-Marchasson , et. (2000), Iizaka , et. (2010), Cowan , et. (2012) Yatabe , et. (2013) Lindgren , et. (2004)
	体型	極度の骨突出、関節拘縮	Vanderwee , et. (2009), Iizaka , et. (2010)
圧力配分能力 (Pressure Distribution Capacity)	性別	性別	Bergquist , et. (1999), Okuwa , et. (2006), Hatanaka , et. (2008), Iizaka , et. (2010)
	年齢	年齢	Bergstrom , et. (1992), Bergstrom , et. (1996), Ooi , et. (1999), Lindgren , et. (2004), Nixon , et. (2006), Hatanaka , et. (2008), Vanderwee , et. (2009), Iizaka , et. (2010)
	浮腫	浮腫	Iizaka , et. (2010)
皮膚の統合性 の脅威 (Skin Integrity)	皮膚	褥瘡以外の皮膚障害 (IAD など) 紅斑および褥瘡 表皮下水分量	Bergquist , et. (1999), Defloor , et. (2005), Nixon , et. (2006), Demarre , et. (2015) Baumgarten , et. (2004), Defloor , et. (2005), Nixon , et. (2006), Demarre , et. (2015) Bates-Jensen , et. (2007), Bates-Jensen , et. (2008)
	人種	人種	Bergstrom , et. (1996), Baumgarten , et. (2004)
	うつ	うつ状態	Suttipong , et. (2012)
その他	スケール	BS 総スコア、BS 以外のスケール総スコア	Bergstrom , et. (1992), Bergstrom , et. (1996), Bourdel-Marchasson , et. (2000), Bates-Jensen , et. (2007), Demarre , et. (2015)
	その他	入院経過、病棟の特性、介護者の特性	Bergquist , et. (1999)、Ooi , et. (1999), Lindgren , et. (2004), Nixon , et. (2006), Demarre , et. (2015)

5. 皮膚生理学的指標と褥瘡との関連を検討した研究

1) 皮膚バリア機能と褥瘡との関連を検討した研究

皮膚バリア機能と褥瘡発生との関連については、He, et¹³⁾が、ICU に入室している患者に対し、皮膚バリア機能と褥瘡発生との関連を検討した。皮膚バリア機能の指標として、角質水分量を Corneometer®CM825、角質脂質量を Sebmeter®CM815、皮膚 pH を SKIN-pH-Meter® PH900 (いずれも Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany) を用いて測定した。102 人の褥瘡のない ICU 患者を対象に前向きに、肩甲骨部、仙骨部、殿部、踵部それぞれの部位の、角質水分量、角質脂質量、皮膚 pH を 1 日 1 回測定した。褥

瘡発生の有無の確認のため、皮膚評価も同時に毎日実施した。結果は、褥瘡発生群は褥瘡発生なし群に比べ、仙骨部および臀部の角質水分量が低下し、pHが上昇していた。この研究では多変量解析は行っておらず、褥瘡発生との関連については明らかにされていない。

皮膚湿潤の変数として皮膚水分量を測定したのが、Sanada, et ¹²⁾の研究である。この研究では、105人のICU患者に対し、モイステチャーチェッカー（MY707s, Scalar America, Scalar Kabushiki Company, Tokyo, Japan）を用いて、ICU入室24時間後のみ測定した。測定部位は仙骨部のみであった。その後、前向きに、褥瘡発生の有無の確認の皮膚評価と、皮膚水分量以外の褥瘡危険因子とされる体温および室温を1日3回測定した。多変量解析では皮膚水分量が多い（>34%）と褥瘡発生のリスクが高まること示した（オッズ比8.2, 95%CI:2.2-30.9, p=.002）。He, et ¹³⁾の研究とは異なる結果である。Sanada, et ¹²⁾の研究は、最終モデルの中に体温（>37.4度）が含まれており（オッズ比102.0, 95%CI:7.7-98.8, p=.001）、室温が高い環境で行われていた。患者の状態や環境の違いによって測定結果が異なるといえる。

2) 表皮下水分量と褥瘡発生との関係を検討した研究

Bates-Jensen, et ^{11, 79)}は、組織浮腫を伴う炎症性変化は、皮膚破壊が起こる3から10日前に起こるという先行研究^{84, 85)}の結果をもとに、表皮下水分量がStage Iと紅斑への変化や存在を予測できるかどうかについて検討した。この研究では、表皮下水分量について、NOVA Petite dermal phase meter (NOVA Technology Corporation, 75 Congress St. Portsmouth, NH) という、美容機器として発売されている小型の機械を使用した。これは、プローブを皮膚表面に5秒間置くことによって、皮膚のインピーダンス値を読み取り、DPUという任意の相対値で表現する。この文献内では、ナーシングホームに居住する35人の高齢者を対象に、前向きに、仙骨部、坐骨部、大転子部、踵部それぞれの部位の表皮下水分量を毎週1回測定した。褥瘡発生の有無の確認のため、皮膚評価も毎週1回実施した。紅斑およびStage Iの褥瘡では、表皮下水分量はより高い値を示すこと、表皮下水分量は1週間後の紅斑およびStage Iの褥瘡発生を予測することを明らかにした。

この研究は、サンプル数が35人と少ないため100人単位で換算し、解析していることが課題である。

3) 皮膚温と褥瘡発生との関係を検討した研究

Yusuf, et ⁸⁶⁾は、インドネシアの急性期病院において71人を対象に、皮膚温と褥瘡発生との関連について検討した。この研究では、皮膚温を赤外線デジタルサーモメーター（Raytec ST 60; Fluke

Company, Santa Cruz, CA) を用いて測定した。測定部位は、標的部位として仙骨部、対照部位として臍部を選択された。皮膚温は、褥瘡危険因子とされる角質水分量や体圧などととも、前向きに3日に1回測定された。分析には、仙骨部皮膚温と、仙骨部と臍部との皮膚温の差が用いられたが、皮膚温と褥瘡発生との関連は明らかにならなかった。

Sprigle, et al.⁸⁷⁾は、褥瘡発生リスクのある65人の急性期リハビリテーション病院の入院患者に対し、紅斑部位と周囲の皮膚との温度差について調査した。この研究では、非ラテックススペースの紙テープに取り付けられた使い捨て液晶温度計(Dermal Therm Monitors, Sharn Inc, Tampa, FL)が用いられた。この研究では、80組の皮膚温データ(紅斑とコントロール部位)が得られ、紅斑部位の15%(n = 12)は周囲組織と同じ温度、23%(n = 18)はコントロール部位よりも冷たい、63%(n = 50)はコントロール部位よりも暖かいという結果であった。

このように皮膚温と褥瘡発生との関連は十分に明らかになっていないが、NPUAP³⁴⁾のガイドラインでは、褥瘡予防と診断における皮膚温の重要性を示しており、皮膚温と褥瘡発生との関係について継続して探索する必要がある。

4) 皮膚厚と褥瘡との関係を検討した研究

Schubert, et al.⁸⁸⁾は、高齢患者の仙骨部皮膚厚と褥瘡との関連を検討した。仙骨部皮膚厚について、褥瘡保有高齢患者は $8.5 \pm 3\text{mm}$ 、寝たきり高齢患者は $12 \pm 6\text{mm}$ 、高齢者は $14 \pm 7\text{mm}$ であり、褥瘡保有高齢患者、寝たきり高齢患者、高齢者間で有意差があった。この研究において、仙骨部皮膚厚の測定は、皮下脂肪を掴むキャリパー法(Harpenden skinfold caliper, British Indicators Ltd, Herts, England)で測定している。また、BMI値について、褥瘡保有高齢患者はBMI値 19.5 ± 4 、寝たきり高齢患者はBMI値 22 ± 4 、高齢者はBMI値 25 ± 6 であり、褥瘡保有高齢患者、寝たきり高齢患者、高齢者間で有意差があった。

最近では、Yalcin, et al.⁸⁹⁾が、褥瘡発生リスクの高い患者における皮膚厚測定の活用可能性を検討した。この研究における皮膚厚は、皮下組織を含まない真皮および表皮の厚さである。リニア型のプローブにて、超音波診断装置周波数(7-12MHz, Logiq P5, GE Medical Systems, Wisconsin, USA)を用い、仙骨部、坐骨結節、大転子部について、褥瘡発生リスクの高い脊椎損傷患者と健康人との皮膚厚(表皮および真皮)を比較した。仙骨部において、脊椎損傷患者は $2.1 \pm 0.9\text{mm}$ 、健康人は $3.2 \pm 0.5\text{mm}$ 、坐骨部において、脊椎損傷患者は $2.2 \pm 0.6\text{mm}$ 、健康人は $2.6 \pm 0.5\text{mm}$ であり、それぞれ有意差があっ

た

褥瘡発生に関連する皮膚の圧力分配能力を測定する指標として、皮膚厚は重要といえるが、キャリパー法は摘む箇所や摘む人の違いで誤差が出やすいため、超音波法がより正確な測定を可能とするツールといえる。

5) その他の皮膚生理学的指標と褥瘡との関係を検討した研究
皮膚生物物理学的指標は、皮脂量、皮膚水分量、経皮水分蒸散量、紅斑レベル、メラニン指数、皮膚弾力が主にあげられ、測定機器を用いて測定が可能である。

Scheel-Sailer, et ⁹⁰⁾は、褥瘡発生部位における皮膚生理学的指標として、皮膚水分量、皮膚紅斑、皮膚弾力および皮膚還流に焦点を当て、測定機器を用いた測定可能性について検討した。皮膚水分量は Corneometer®CM825 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)、皮膚紅斑は Mexameter®MX18 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)、皮膚弾力は Cutometer®MPA580 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)、皮膚還流は PeriFlux®System5000 (Perimed®AB, Jarfalla, Seden) を用い、健康人 20 人に対し、30 分の仰向位保持後の値を測定した。この研究では ICC 値で活用可能性を検討しており、皮膚紅斑の ICC 値が 0.8~0.9 と高いが、それ以外の変数は比較的高くなく、特に皮膚還流が ICC 値 0.4~0.6 と低かった。これら 4 つの指標は、最初に皮膚水分量、次に皮膚紅斑、皮膚弾力、皮膚還流の順番で測定したのであるが、測定順番の影響について考慮する必要性を提案している。

第3章 研究方法

I. 研究目的

本研究の目的は、高齢患者の褥瘡予防に向けて、皮膚生理学的特性を表す指標と褥瘡発生との関連を検証することである。

先行研究でも、「角質水分量」「角質脂質量」「皮膚 pH」「皮膚温」「真皮水分量」のような皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連について検討はされているが、多変量解析の結果を示していない¹³⁾、対象数が少ない^{11, 79)}という課題がある。また、褥瘡予防や診断における、測定機器による「皮膚弾力」や「紅斑レベル」測定値活用の可能性⁹⁰⁾、超音波診断装置による「皮膚厚」測定値活用の可能性⁸⁹⁾を検討した研究が行われているが、これらはまだ検討段階にある。そこで、本研究では、褥瘡発生リスクの高い高齢者に対し、皮膚生理学的特性を表す「皮膚温」「角質水分量」「真皮水分量」「経皮水分蒸散量」「紅斑レベル」「皮膚弾力」「皮膚厚」の変数について、測定機器を用い非侵襲的な方法で測定する。

II. 研究の枠組み

1. 研究の枠組み

本研究の枠組みとして、Braden, et⁴⁸⁾およびBenoit, et⁶⁵⁾の褥瘡発生概念図参考に作成した(図3)。

褥瘡発生は〔体圧〕と〔組織耐久性〕の2つの要素が影響している。〔組織耐久性〕には、《外的因子》と《内的因子》がある。

本研究では、〔組織耐久性〕の変数として、従来からあげられている『褥瘡危険因子』に加え、褥瘡発生との関連が明らかになっていない『皮膚生理学的指標』である「皮膚温」「角質水分量」「真皮水分量」「経皮水分蒸散量(以下 TEWL)」「紅斑レベル」「皮膚弾力」「皮膚厚」を変数として、褥瘡発生との関連について検証する。

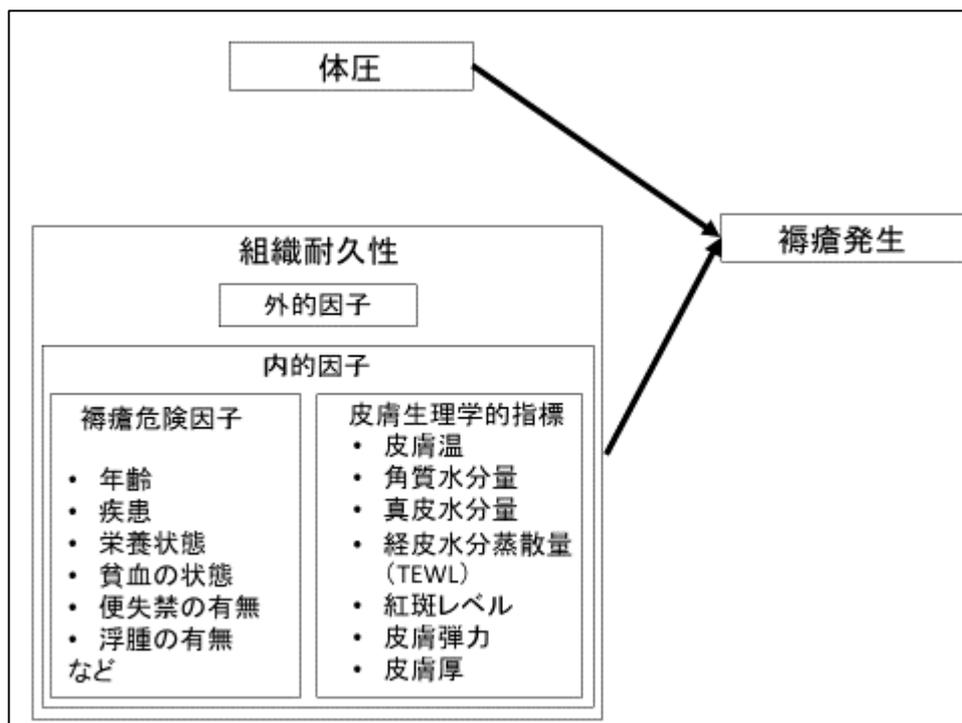


図 3 本研究の枠組み

2. 用語の定義

① 褥瘡

圧力または剪断力と組み合わせた圧力の結果として、通常は骨の隆起を超える皮膚および/または下層組織への局所的損傷のことである。

② 体圧

皮膚表面と接触面との間に生じる垂直に作用する力でその中でも、重力によって生じるものである。体圧は、可動性の減少、活動性の低下、認知の低下が関連している。

③ 組織耐久性

圧迫あるいは機械的刺激に耐える皮膚と皮下組織の能力である。

④ 外的因子・内的因子

皮膚および支持組織の構造と統合に影響を与える因子である。外的因子は、湿潤、摩擦、ずれが含まれる。内的因子は、生理学的バランスの変化、体表面に圧力を分配する皮下脂肪の蓄積、皮膚の保護能力に影響を与える状態に関連する因子が含まれる。

⑤ 皮膚生理学的指標

皮膚機能の状態を表す指標である。

⑥ 褥瘡危険因子

褥瘡の発症リスクに実際にまたは理論的に影響を及ぼす、単独または他のものと組み合わせて生じる患者固有の特徴である。

III. リサーチクエスチョン

本研究では、研究目的の達成に向けて、以下 2 つのリサーチクエスチョン（以下 RQ）を設定した。

1. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴は何か
2. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と褥瘡発生との間に関連はあるか

IV. 研究方法

1. 研究デザイン

観察研究

2. 研究方法の概要

① 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴

まず、健康な若い女性の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値のベースラインを特定した。高齢患者についても同様に、褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値を計測し、健康な若い女性の値と比較した。また、高齢患者の患者情報および患者が保有する褥瘡危険因子と、褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値との関係を検討した。

② 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と褥瘡発生との関連

高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値計測 1 か月間の診療記録および看護記録から、NPUAP 分類（NPUAP, 2014）Stage II 以上の褥瘡発生の有無、部位および発生日の情報を収集した。高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と褥瘡発生有無との関連を検討した。

3. 健康な若い女性の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値のベースラインの特定

1) 対象者

以下の基準を満たす健康な 20 代女性を対象とした。

- ・ 疾患に罹患しておらず健康である
- ・ 発疹やかゆみなど皮膚に異常がない

2) 研究場所

室温を約 25 度に設定した医療用ベッドを配置した大学内の個室

3) データ収集期間

2017 年 10 月～2018 年 4 月

4) データ収集

(1) 皮膚生理学的指標値

背中、仙骨部および両踵部の4カ所において、皮膚温、角質水分量、真皮水分量、TEWL値、紅斑レベル、皮膚弾力値および皮膚厚のデータについて、以下の機器を用い収集した。

A) 皮膚温

THERMOFOCUS-PRO® (Technimed Srl, Italy) を用いた。これは、非接触体温計であり、皮膚表面温と体温の両方を測定できる。皮膚表面温測定は、人体表面から出ている5-14 μ mの赤外線を検出部でとらえ、また、内臓サーミスタで室温を測定し、その2つのデータから体表面温度に変換し表示する。体温測定は、額の表面温をもとに内蔵されているデータテーブルを用い変換補正を行い表示する。この体温計は、主に臨床現場において、小児や感染症などの患者への体温測定に使用されている。

長さ15.6cmと小型、重量90gと軽量で扱いやすい。測定する部位に焦点を合わせ、表面温測定のボタンを押すと表面温が表示される。測定時間は3秒である。表面温度は、1.0-55.0 $^{\circ}$ Cの範囲で測定が可能であり、精度は、温度36.0-39.0 $^{\circ}$ Cの場合は \pm 0.2 $^{\circ}$ C、温度20-35.9 $^{\circ}$ Cおよび39.1-42.5 $^{\circ}$ Cの場合は \pm 0.3 $^{\circ}$ Cである。

B) 角質水分量

Corneometer®CM825 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany) を用いた。この機器は、30年以上前から発売され、現在も世界中の皮膚科学研究でよく使用されている。例えば、アトピー性皮膚炎の保湿剤使用の効果⁹¹⁾、皮膚生理学的指標と皮膚疾患との関連のための基礎的研究⁹²⁾などで使用されている。

Corneometer®CM825は、静電容量法を基礎にしている。つまり、この測定法は、水の誘導定数(81)とその他の物質の誘導定数(ほとんど $<$ 7)が著しく異なることである。プローブの先端は楕型電極が向かい合った形状をしており、ガラス板を介し、電解を皮膚に発生させ静電容量を計測する。水の誘電率(電気を貯める能力)は、他の物質に対し突出的に高いため、皮膚に水分を多く含有していると静電容量が大きくなる。より深い皮膚層(例えば血管)の影響を排除するために、測定深度は角質層の10-20 μ mと非常に小さい。単位は任意の値(a.u.)で表され、0-120a.u.の範囲が測定できる。部位によって測定値は異なり、例えば背中では、 $<$ 50 a.u.が大変乾燥、 $>$ 60 a.u.では十分な水分と判定される。

プローブの長さは11cm、重さは41gと小型軽量で、全ての身体部位(唇など)での測定が容易である。また、プローブの圧力が一定で約1.5Nと小さいため、正確で再現性の高い測定が可能である。精度は、 \pm 3%である。

測定時間は1秒で、3回測定した平均値を使用している研究^{92), 93)}、

¹³⁾が多い。また、部位によって角質水分量が異なるため、部位毎に測定する必要がある。最適操作条件は、室温 20 度、相対湿度 40 - 60%である

C) 真皮水分量

MoistureMeterD Compact® (Delfin Technologies, Ltd., Kuopio, Finland) を用いた。この機器は、真皮水分測定装置である MoistureMeterD® (Delfin Technologies, Ltd., Kuopio, Finland) を小型化したものである。これら 2 つの真皮水分計は、組織の水分量に正比例する比誘電率 (tissue dielectric constant、以下 TDC)⁹⁴⁾を利用して測定する。自由水、結合水の電気的特性が同一になる測定周波数 (300MHz) を採用することでこれらの水を含めた組織内の水分変化を捉える。プローブ部から発せられた信号は、角質、真皮で吸収され残った信号がプローブに戻る。この信号から TDC を算出、0 から 100%までの水分率に変換して表示する。したがって、単位は Wt%である。

MoistureMeterD Compact®は、皮膚表面からおおよそ、2.0-2.5mm の水分量が測定できる。角質水分計では測定できなかった皮膚表面から真皮および皮下組織の水分量について、角質での水分変化にほとんど影響されることなく測定できる。測定誤差は、±5%である。測定時間は 4 秒であり、肌に先端のプローブ部分を垂直、均等に押し付けて測定する。

リンパ浮腫を持つ乳がん患者への介入研究のアウトカム指標⁹⁵⁾や、下肢リンパ浮腫と脂肪浮腫との診断を区別する指標への活用を検討する研究⁹⁶⁾など組織液の状態把握、熱傷や熱傷の傷に関する研究などで使用されている。褥瘡研究では、Guihan, et⁸⁷⁾が、脊椎損傷患者 37 人に対し、褥瘡が発生していない皮膚と紅斑あるいは Stage I 褥瘡部との、真皮水分量の変を測定する目的で使用している。これらの研究では、いずれも MoistureMeterD®を使用しており、MoistureMeterD Compact®を使用した研究はほとんど見当たらない。また、Guihan, et の研究では、皮膚表面から 0.5mm および 1.5mm の深度の測定用プローブを使用しており、比較的浅い部分の真皮水分量を計測している。解析には、3 回測定した平均値を使用している研究⁹⁸⁾がある。

D) TEWL 値

Tewameter®TM300 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)を用いた。この機器は、皮膚バリア機能評価で最も重要な、経皮水分蒸散量 (TEWL 値) を測定する。プローブ先端に、直径 10mm、高さ 20mm の細い中空のシリンダー状のプローブヘッドが装着されている。皮膚の表面から蒸発した水分は、シリンダーを通過し、シ

リンダー内の二対のセンサー（温度と湿度）によって間接的に測定される。各センサーを通過する水分の温度差、湿度差を測定、その値から蒸散量（g/hm²）を算出する。

測定方法は、測定前にプローブを皮膚の正しい位置に置き、プローブの横のボタンを押すと測定がスタートする。1秒ごとに経時的に、TEWL値、平均値、平均偏差値、湿度温度が計測される。30秒以上計測し、偏差の小さい値を採用することが勧められている。測定結果も解釈は、0-10 g/hm²は非常によい状態、10-15g/hm²はよい状態、15-25g/hm²は普通、25-30g/h/m²はやや悪い状態、30g/hm²以上は、かなり悪い状態である。

E) 紅斑レベル

Mexameter®MX18 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany) を用いた。この機器は、皮膚中のメラニン含有量およびヘモグロビン含有量（紅斑）をターゲットとして測定する。測定は、吸収の原理に基づいている。プローブから3種類の異なる波長の光を照射し、皮膚から反映された光を測定する。その拡散光と散乱光のみが確実に検出されるように、照射器と検出器の位置が定められている。光の照射量が規定されているため、皮膚に吸収される光量が算出できる。

メラニンは、2つの波長で測定される。これらの波長はメラニン色素に対する吸収率が異なる波長である。紅斑測定も2つの波長で測定される。2つのうち1つはヘモグロビンによる吸収が一番高い波長、もう1つは他の色、例えばビリルビンなどの影響を避けるために選択された波長である。測定結果は、0-999の指数（a. u.）として表され、メラニンと紅斑それぞれの測定値が同時に本体の画面に表示される。

長さ13cmと小型、重量85gと軽量で扱いやすい。プローブに内蔵されたばねにより同一圧力で計測が可能である。精度は±5%である。測定時間は1秒であり、肌に先端のプローブ部分を垂直、均等に押し付けて測定する。

光老化の治療効果判定⁹⁸⁾、低色素沈着病変の治療効果⁹⁹⁾などの病巣の色の測定に使われる。機器の業者の説明書では、パッチテストや創傷の色判定に使用できるとしている。機器の業者は、隣接する部位で3回測定し平均値をとることを推奨している。これは、同じ皮膚部位に何度もプローブを当てると閉塞を起こし、血流の増加を招き、ヘモグロビン吸収値に影響を及ぼす可能性があることによる。

F) 皮膚弾力値

Cutometer®MPA580 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne,

Germany) を用いて測定した。これは、皮膚の粘弾性(はり)を測定する機器であり、皮膚のたるみ、硬さ、はりの評価指標として適用される。

測定原理は、陰圧によりプローブ先端の開口部から皮膚表面を一定時間吸引し、その後解放され、開口部に配置されたプリズムを用いて皮膚の変位をモニタリングする。

吸引圧および陰圧の圧力負荷方法(急激か緩徐か)の違いにより、4種類のモードを選択するが、モード1を使用していることが多い¹⁰⁰⁾。吸引量は20~500mbar、吸引時間は0.1~60秒の範囲で設定できる。この手順は、通常、一度に3つ以上の一連のサイクルで繰り返され、測定サイクルの持続時間に対して、0.1秒ごとに、基準線からのずれまたは基準線に戻るかどうかにかかわらず、経時的な皮膚の形状の変化が記録される。プローブは、直径2mm、4mm、6mm、8mmの4種類である。

モード1では、測定結果は、R0からR9までの各パラメーターが波形とともに画面に表示される。これらのうち、R0が皮膚変形能を、R2が皮膚弾力性を表す。R0は、最初の波形の振幅最大値であり、この値が低いほど皮膚の変形能は低下している。R2は、陰圧解除後の復元率であり、この値が低いほど皮膚の弾力性は低下している。

日本でも食品やサプリメント開発研究の評価指標¹⁰¹⁾や化粧品開発の基礎研究¹⁰²⁾など、美容関係の研究にてよく使用されている。Cutometer®を用いて高齢者と若者の皮膚を測定し、高齢者の皮膚が若者の皮膚に比べ粘弾性が低下していることを明らかにした研究¹⁰³⁻¹⁰⁵⁾がある。Everett, et al¹⁰⁰⁾は、これらの知見から褥瘡研究へのCutometer®の使用の提案をしている。

G) 皮膚厚

Vscan Dual Probe® (GEヘルスケアジャパン株式会社、東京)を使用した。これは、3.5インチ液晶ディスプレイを有し、436gと小型の携帯可能な汎用超音波画像診断装置である。デュアルプローブのため、深部を観察できる電子セクタ探触子と浅部を観察できる高周波リニア接触子を持つ。

浅部用高周波リニア接触子において、周波数帯域は3.4~8.0MHz、最大深度表示は8cmである。皮膚科領域における皮膚厚測定の研究では、周波数帯域は20MHzあるいは30MHz¹⁰⁶⁾を使用している。褥瘡研究では、sDTIの診断における超音波の有用性が確認されており、推奨している周波数は、7.5MHz以上¹⁰⁷⁾、8MHz¹⁰⁸⁾、10MHz以上⁶⁾と文献によって様々である。Yalcin, et al⁸⁹⁾の褥瘡発生リスクの高い患者における皮膚厚測定の活用可能性を検討した研究では、7-12MHzの周波数を使用している。これらより、周波数帯域が3.4~8.0MHz

の Vscan Dual Probe®は使用可能といえる。

Yalcin, et al.⁸⁹⁾の文献では、対象者の大転子、坐骨結節および仙骨における皮膚の厚さを横断面で測定し、各部位で3回計測した平均値を採用している。

(2) 基本情報

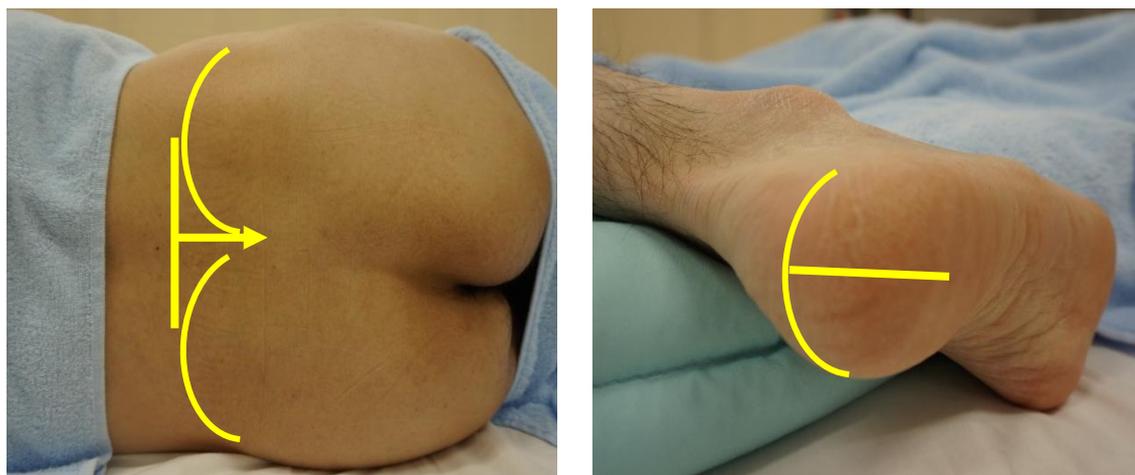
20代女性については、年齢、身長、体重、体脂肪のデータを収集した。体重と体脂肪については、体重体組成計 HBF-220 (OMRON HEALTHCARE Co., Ltd., Kyoto) を用いて測定した。

5) データ収集の手順

20代女性の背中、仙骨部、両踵部の3か所について、以下のように皮膚生理学的指標値を計測した。

① 計測部位の特定

対象者を側臥位にし、計測部位を特定した。背中は、肩甲骨から垂直に下10cmの位置とした。仙骨部については、左右の腸骨稜を結ぶ線から第4-5腰椎棘突起を探し、そこから下に触診で仙骨部を確認した。両踵部については、足裏と足裏側面との交差する点を確認した。(図4)



仙骨部

踵部

図 4 計測部位

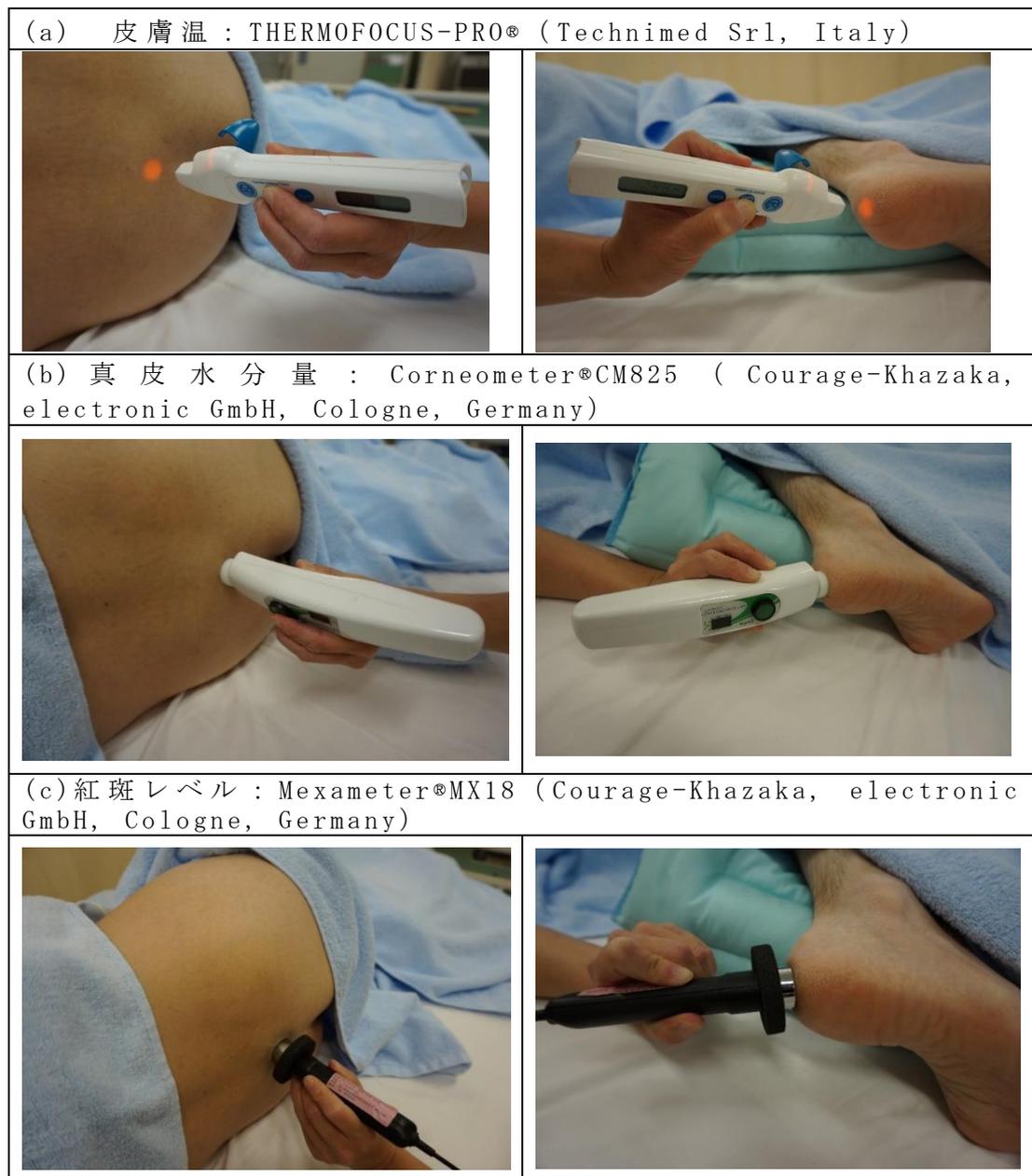
② 皮膚表面の汚染状況の確認

測定部位について、軟膏およびクリームの塗布直後でないことを確認した。

③ 皮膚生理学的指標値の計測

先行研究⁹⁰⁾を参考に、(a)皮膚温、(b)真皮水分量、(c)紅斑レベル、(d)角質水分量、(e)TEWL値、(f)皮膚弾力値、(g)皮膚厚の順番で計測した。(図5)皮膚温は、非接触型体温計を皮膚より約1cm離して測定した。真皮水分量、紅斑レベルおよび角質水分量は、プローブまたは機器の先端部分を、皮膚に対し、垂直、均等に押し付け

て測定した。皮膚温、真皮水分量、紅斑レベルおよび角質水分量は、1つの部位につき4回計測し、平均値を算出した。TEWL値は、プローブヘッドを皮膚に30秒間当てて測定し、偏差の小さい値を採用した。皮膚弾力値は、先端開口部2mm径の吸引プローブにて、計測モード1、吸引圧450mbar、吸引時間1秒、吸引解放後の時間1秒、繰り返しのサイクル10回で設定した。皮膚弾力値は、1つの部位につき、3回計測し、平均値を算出した。皮膚厚は、仙骨部および両踵部の3か所において、縦方向および横方向に測定した。



(d) 角質水分量 : Corneometer®CM825 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)



(e) TEWL 値 : Tewameter®TM300 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)



(f) 皮膚弾力 : Cutometer®MPA580 (Courage-Khazaka, electronic GmbH, Cologne, Germany)



(g) 皮膚厚 : Vscan Dual Probe® (GE ヘルスケアジャパン株式会社、東京)



図 5 計測機器と計測の順番

図 6 は、Vscan Dual Probe®における液晶ディスプレイに表示される画像である。骨の表面被膜が超音波に非常に反射性があるため、骨被膜が最も明瞭に確認できた画像を採用し、皮膚表面から骨被膜までの距離を計測した。を有し、当てる圧力が皮膚の厚さに影響を与えないように、プローブを皮膚に押し付けず計測するように気を付けた。

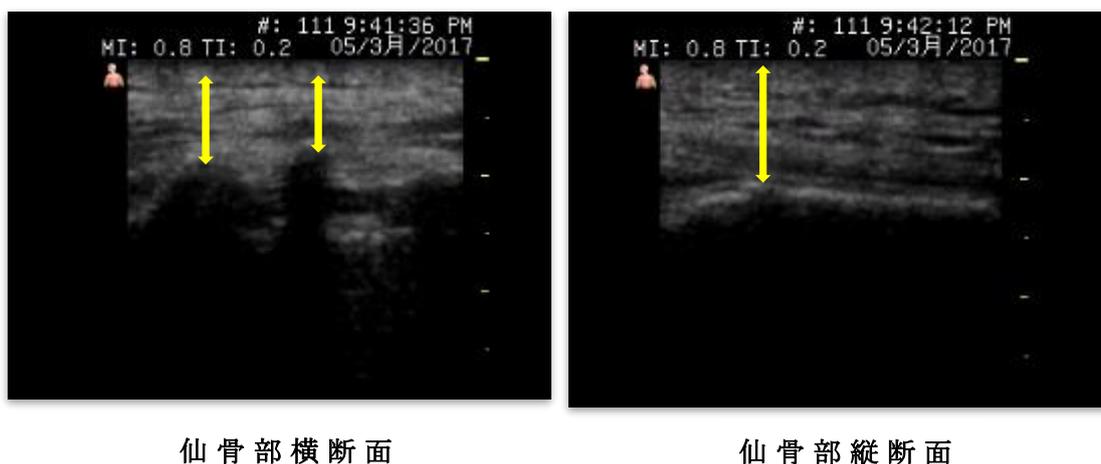


図 6 皮膚厚の計測方法

6) 分析方法

記述統計を算出した。統計ソフトは、SPSS Ver25 を用いた。

4. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴および褥瘡発生との関連

1) 対象者

以下の基準を満たす高齢患者とした。

- ・ 60 歳以上である
- ・ 障害高齢者の日常生活自立度にて、ランク B あるいは C である
- ・ Braden スケール 18 点以下
- ・ 視覚的に皮膚に損傷が見られない
- ・ 30 分程度の側臥位保持が自力でまたは枕などの支えで可能
- ・ 30 分程度の側臥位でも、血圧変動など体調に変化が生じない

2) 研究場所

療養病棟および回復期リハビリテーション病棟

3) データ収集期間

2017 年 10 月～2018 年 8 月

4) データ収集

(1) 皮膚生理学的指標値

背中、仙骨部および両踵部の4カ所において、皮膚温、角質水分量、真皮水分量、TEWL値、紅斑レベル、皮膚弾力値および皮膚厚の値について、健康な20代女性の計測と同じ機械を用いて収集した。

(2) 基本情報

年齢、性別、診断名、既往歴、服薬内容、障害高齢者の日常生活自立度、認知症高齢者の日常生活自立度を診療記録から収集した。

(3) 褥瘡危険因子にかかわる情報

病的骨突出、関節拘縮、身長、体重、検査データ（血清Alb値、血清TP値、赤血球数、Hb値、Hct値）、Bradenスケールの評価項目（知覚の認知、皮膚が湿潤にさらされる程度、行動の範囲、体位を変えたり整えたりできる能力、普段の食事摂取状況）、Mini Nutritional Assessment®-Short Form（以下MNA®-SF）の項目（過去3か月間の食事摂取量の減少、過去3か月間の体重減少、自力で歩けるか、神経・精神的問題の有無、BMI値）を、診療記録および看護記録から収集した。BS値およびMNA®-SF値については、研究者が評点を算出し、病棟看護師に確認した。

(4) 計測1か月以内のNPUP分類StageⅡ以上の褥瘡発生の有無

計測後1か月間の診療記録および看護記録から、NPUP分類(NPUP, 2014) StageⅡ以上の褥瘡発生の有無、部位および発生日の情報を収集した。

5) データ収集の手順

健康な20代女性のデータ収集の手順と同じ

6) 分析方法

① 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴

健康な20代女性および高齢患者それぞれのデータについて、Shapiro-Wilk検定を適用し正規性の検討をした後、正規性の有無により、2標本 t 検定あるいはMann-Whitneyの U 検定を用いて比較した。

各部位の皮膚生理学的指標値について、基本情報および褥瘡危険因子保有状況との関係について、Shapiro-Wilk検定を適用し正規性の検討をした後、正規性の有無により、2標本 t 検定あるいはMann-Whitneyの U 検定を用いて比較、Pearsonの相関係数あるいはSpearmanの順位相関係数にて相関関係を検討した。

② 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と褥瘡発生との関連

StageⅡの褥瘡発生有患者と褥瘡発生無患者とに分け、グループ間の褥瘡危険因子保有状況と各部位の皮膚生理学的指標値のそれぞれについて、 χ^2 検定およびMann-Whitneyの U 検定にて比較した。褥瘡発生有患者と褥瘡発生無患者間の比較の結果をもとに独立

変数を設定し、「StageⅡの褥瘡発生の有無」を従属変数とする2項ロジスティック回帰分析を行った。統計ソフトは、SPSS Ver25を用い、有意水準は0.5%とした。

V. 信頼性及び妥当性の確保

1) 測定者による計測値の誤差を最小限にすること

測定者間の誤差を避けるため、研究者が全てのデータを収集した。そのため、本調査の前に、計測機器の取り扱いを繰り返し練習した後、健康な若い女性10人に対し、プレテストを実施した。特に、超音波診断装置の取扱いは、医師から直接指導を受け、医師と診断の誤差が最小になるまで継続して指導を受けた。

2) 皮膚生理学的指標値への影響因子を除去すること

対象者のサーカディアンリズムによる、皮膚生理学的指標値への影響を最小限とするため、健康な若い女性および高齢患者ともに、早朝や夜間を避けた時間に計測を実施した。

室温による皮膚生理学的指標値への影響を最小限とするため、室内は $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ で計測した。

計測機器を使用する順番による、皮膚生理学的指標値への影響を最小限とするため、Scheel-Sailer, et al.⁹⁰⁾の文献を参考に、「皮膚温」「真皮水分量」「紅斑レベル」「角質水分量」「TEWL」「皮膚弾力」「皮膚厚」の順番で計測した。

3) 機器の不具合が生じないようにすること

使用する機器については、機器の業者の指示に従いクリーニングおよびキャリブレーションを行った。

VI. 倫理的配慮

本研究は、高知県立大学倫理委員会の承認を受けたうえで実施した。

1. 健康な20代女性のデータ収集における倫理的配慮

健康な20代女性の対象者のリクルートについては、施設責任者に承諾を得た後、施設にある掲示板などで呼びかけた。

① 対象の自由意思を尊重するための配慮

研究協力の諾否によって、施設および対象者は不利益を一切被ることはないことを説明した。

② 研究協力の撤回が自由にできること

研究途中であっても、途中辞退は可能であり、途中辞退によって、施設および対象者は、不利益を一切被ることはないことを保証した。

③ 対象のプライバシーの保護

研究協力者から得たデータは、全て匿名化し、個人が特定できな

いようにした。また、研究代表者しか知りえない、鍵のかかる場所で保管した。

2. 高齢患者のデータ収集における倫理的配慮

A 県内にある療養病棟および回復期リハビリテーション病棟を持つ病院の病院長および看護部長に研究協力について説明した後、病院の倫理審査委員会の承認を得た。

対象者のリクルート方法は、看護部長に選定基準に該当する患者（以下、研究対象候補者）を紹介いただいた後、研究対象候補者のところに直接出向き、研究協力について文書を用いて説明し同意を得た。研究対象候補者として選定された患者が、説明を理解できない又は本人の同意を得ることが困難な状況である場合、代諾者の同席のもと研究協力について文書を用いて説明し、同意を得た。尚、代諾者は、研究対象候補者の配偶者、成人の子、父母、同居の親族といった近親者又はそれらの近親者に準ずる者で、研究対象候補者の意思および利益を代弁できると考えられる者とした。

① 対象の自由意思を尊重するための配慮

対象者（対象者が説明を理解できない又は本人からの同意を得ることが困難な場合は代諾者）には、研究への協力は自由意思であり、研究協力の諾否によって、今後の入院および在宅療養生活における治療やケアおよびスタッフとの関係性において、一切影響はないことを説明した。

② 研究協力の撤回が自由にできること

研究途中であっても、途中辞退は可能であり、途中辞退によって、対象者は、今後の入院における治療やケアおよびスタッフとの関係性において、一切影響はないことを説明した。

③ 対象のプライバシーの保護

連結可能匿名化を行い、個人情報を保護した。具体的には、研究対象者から得たデータについて、名前等の個人情報を削り、代わりに新しく番号をつけて匿名化を行った。研究対象者との番号を結びつける対応表は外部に漏れないように厳重に保管した。データは、ネットワークから切り離されたコンピュータを使用して、外部記憶媒体（USBなど）に記録し、研究代表者しか知りえない、鍵のかかる場所で保管した。

④ 対象の心身への負担、不利益や危険性の配慮

測定前に、バイタルサインの測定と問診にて体調の確認を行い体調不良がある場合は中止した。また、測定中に気分不良が生じた場合も直ちに測定を中止した。測定中は、掛け物により皮膚の露出を最小限に抑えるとともに、安楽枕により安楽な体位を保持した。ま

た、側臥位の体位保持が困難な対象への計測時は、寝たきり患者のケアに精通した看護師と共に計測を実施した。

第 4 章 結果

I. 高齢患者対象者の概要

対象者は、療養病棟および回復期リハビリテーション病棟に入院中の高齢患者 55 人であった。高齢患者は全て、同一施設に入院しており、清潔ケアや除圧ケアは施設の基準に沿って行われていた。

1. 年齢・性別など

高齢患者の平均年齢は、 82.4 ± 9.8 歳であり、性別は、男性 23 人、女性 32 人であった。障害高齢者の日常生活自立度については、C2 が 21 人、C1 が 7 人、B2 が 24 人、B1 が 3 人であった。認知症高齢者の日常生活自立度については、該当なしが 24 人と最も多く、これらの患者は、脳血管疾患による意識障害のある患者であった。(表 3)

表 3 年齢・性別など n=55 人

	mean \pm SD	Range	
年齢 (歳)	82.4 ± 9.8	61-103	
項目	人	(%)	
性別	男	23	(58.2)
	女	32	(41.8)
障害高齢者の日常生活自立度	B1	3	(5.5)
	B2	24	(43.6)
	C1	7	(12.7)
	C2	21	(38.2)
認知症高齢者の日常生活自立度	自立	5	(9.1)
	I	9	(16.4)
	II	7	(12.7)
	III	4	(7.3)
	IV	6	(10.9)
該当なし	24	(43.6)	

2. BMI 値および血液検査値

高齢患者の平均 BMI 値は 19.7 ± 3.6 であった。高齢患者の血液検査値では、血清 Alb 値は 3.4 ± 0.5 g/dl と基準値より低く、血清 TP 値は 6.7 ± 0.7 g/dl と基準値下限であった。高齢患者の赤血球数は、 372.5 ± 66.2 万個/ μ l と女性の基準値より低く、Hb 値は 11.7 ± 2.1 g/dl、Hct 値は 35.7 ± 6.0 % と女性の基準値下限であった。(表 4)

表 4 BMI 値および血液検査値 n=55 人

	mean ± SD		Range	
BMI 値	19.7	± 3.6	12.2	- 27.0
血清 ALB 値 (g/dl)	3.4	± 0.5	2.1	- 4.2
血清 TP 値 (g/dl)	6.7	± 0.7	5.2	- 7.8
赤血球数 (万個/μl)	372.5	± 66.2	237.0	- 528.0
Hb 値 (g/dl)	11.7	± 2.1	7.4	- 17.1
Hct 値 (%)	35.7	± 6.0	24.3	- 49.7

3. 高齢患者が保有する疾患

高齢患者が保有する疾患について、世界保健機関 (WHO) が作成した、「疾病及び関連保健機関の国際統計分類：International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem (以下 ICD とする)」に基づき分類した。(表 5) 日本では、現在、2013 年度版の ICD-10 が用いられており、厚生労働省 HP にて ICD-10 コードを見ることができる。

高齢患者が保有する疾患を分類するにあたり、患者の診療記録では、複数の疾患が記載されていたため、入院目的となった疾患に加え、服薬治療中の疾患も対象とした。高齢患者が保有する疾患で最も多かったのが、脳血管疾患 (ICD-10 コード：I60-I69) が 38 人、次いで高血圧疾患 (ICD-10 コード：I10-I15) が 22 人であった。

表 5 高齢患者が保有する疾患 複数回答 (単位は人)

A00-B99	感染症及び寄生虫症	
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	1
B15-B19	ウイルス肝炎	1
C00-D48	新生物	
C15-C26	消化器の悪性新生物	1
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	2
C76-C80	部位不明確，続発部位及び部位不明の悪性新生物	1
E00-E90	内分泌、栄養、および代謝疾患	
E00-E07	甲状腺障害	2
E10-E14	糖尿病	8
E70-90	代謝障害	3
F00-99	精神および行動の障害	
F00-F09	症状性を含む器質性精神障害	14
F20-29	統合失調症，統合失調症型障害及び妄想性障害	1
G00-G99	神経系の疾患	
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	1
G20-G26	錐体外路障害及び異常運動	11
G30-G32	神経系のその他の変性疾患	4
G40-G47	挿間性及び発作性障害	3
I00-I99	循環器系の疾患	

I10-I15	高血圧性疾患	22
I20-I25	虚血性心疾患	5
I30-I52	その他の型の心疾患	12
I60-I69	脳血管疾患	38
I70-I79	動脈，細動脈及び毛細血管の疾患	2
I80-I89	静脈，リンパ管及びリンパ節の疾患，他に分類されないもの	1
J00-J99	呼吸器系の疾患	
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	7
J40-J47	慢性下気道疾患	5
K00-K93	消化器系の疾患	
K20-K31	食道，胃及び十二指腸の疾患	2
K50-K52	非感染性腸炎及び非感染性大腸炎	1
K70-K77	肝疾患	1
K80-K87	胆のう〈囊〉，胆管及び膵の障害	2
M00-M99	筋骨格系及び結合組織の疾患	
M05-M14	炎症性多発性関節障害	1
M15-M19	関節症	2
M40-M54	脊柱障害	1
M60-M63	筋障害	10
M80-M85	骨の密度及び構造の障害	3
N00-N99	腎尿路生殖器系の疾患	
N17-N19	腎不全	4
N30-N39	尿路系のその他の疾患	2
R00-R99	徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	1
S00-T98	損傷，中毒及びその他の外因の影響	
S00-S09	頭部損傷	4
S10-S19	頸部損傷	3
S30-S39	腹部，下背部，腰椎及び骨盤部の損傷	2
S70-S79	股関節及び大腿の損傷	2

4. 褥瘡危険因子評価表の項目など

厚生労働省が示している「褥瘡危険因子評価表」の項目、食事の状況および過去の褥瘡の有無について、表6に示す。

表 6 褥瘡危険因子評価表の項目など n=55 人

項目	人	(%)
ベッド上自力体位変換	できる	17 (30.9)
	できない	38 (69.1)
座位姿勢保持	できる	3 (5.5)
	できない	52 (94.5)
病的骨突出	なし	39 (70.9)
	あり	16 (29.1)
関節拘縮	なし	20 (36.4)
	あり	35 (63.6)
多汗	なし	54 (98.2)
	あり	1 (1.8)

便失禁	なし	12 (21.8)
	あり	43 (78.2)
尿失禁	なし	5 (9.1)
	あり	50 (90.9)
浮腫	なし	31 (56.4)
	あり	24 (43.6)
食事の状況	経口	34 (61.8)
	経鼻栄養又は胃瘻	15 (27.3)
	絶食	6 (10.9)
過去の褥瘡	なし	44 (80.0)
	あり	11 (20.0)

5. 高齢患者の Braden スケール評価および MNA®-SF 評価

Braden スケール（以下 BS）を用いた高齢患者の褥瘡発生リスクの評価、および、MNA®-SF を用いた患者の栄養状態の評価について、表 7 に示す。患者の平均 BS 値は、 12.3 ± 3.2 点であった。高齢患者全員が、国外における褥瘡発生リスクのカットオフ値である 18 点以下であり、うち 36 人が国内における褥瘡発生リスクのカットオフ値である 14 点以下であった。患者の平均 MNA®-SF 値は、 8.0 ± 2.2 点であった。高齢患者のうち 1 人のみが「栄養状態良好」の評価であり、29 人が「低栄養のおそれあり」、25 人が「低栄養」と評価された。

表 7 高齢患者の BS 評価および MNA®-SF 評価 n=55 人

BS	mean ± SD		Range	
	12.3	± 3.2	7.0	- 17.0
	人	(%)		
15-18 点： ややリスクあり	19	(34.5)		
13-14 点： 比較的リスクあり	9	(16.4)		
10-12 点： 高いリスクあり	10	(18.2)		
6-9 点： 深刻なリスクあり	17	(30.9)		
MNA®-SF	mean ± SD		Range	
	8.0	± 2.2	1.0	- 12.0
	人	(%)		
12-14 点： 栄養状態良好	1	(1.8)		
8-11 点： 低栄養のおそれあり	29	(52.7)		
0-7 点： 低栄養	25	(45.5)		

6. 高齢患者の除圧マット使用およびリハビリテーション実施状況

高齢患者の除圧マット使用およびリハビリテーション実施状況について、表 8 に示す。除圧マットを使用していない患者は 44 人であった。44 人のうち、褥瘡発生の危険が高い BS 値 12 点以下で除圧マットを使用していない高齢患者は 18 人であった。リハビリテーシ

ョンを受けている高齢患者は 29 人であった。

表 8 高齢患者の除圧マット使用、リハビリテーション実施状況
n=55 人

項目	人	(%)
除圧マットの使用	使用している	11 (20.0)
	使用していない	44 (80.0)
リハビリテーションの実施	あり	29 (47.5)
	なし	26 (42.6)

II. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴

1. 健康な 20 代女性の皮膚生理学的指標値

健康な 20 代女性 25 人に対し、背中、仙骨部、両踵部の 4 か所の皮膚生理学的指標値を計測した。(表 9)

表 9 健康な 20 代女性の皮膚生理学的指標値

測定項目	部位	n (個)	mean ± SD	median	Range
皮膚温 (°C)	背中	25	33.7 ± 1.0	33.8	30.5 - 35.0
	仙骨部	25	33.1 ± 1.2	33.3	30.5 - 35.1
	右踵部	25	25.9 ± 2.6	25.5	22.0 - 30.9
	左踵部	25	25.8 ± 2.5	25.8	21.1 - 30.8
角質水分量 (a. u.)	背中	25	36.5 ± 16.9	32.4	16.6 - 97.9
	仙骨部	25	26.3 ± 6.4	26.3	16.3 - 39.3
	右踵部	25	23.2 ± 10.9	20.5	7.0 - 53.6
	左踵部	25	20.6 ± 9.0	18.8	7.9 - 40.7
真皮水分量 (Wt%)	背中	25	48.7 ± 6.2	47.5	36.5 - 60.8
	仙骨部	25	45.4 ± 5.1	44.3	36.3 - 56.3
	右踵部	25	37.8 ± 8.1	37.8	24.3 - 55.3
	左踵部	25	37.4 ± 7.3	36.8	25.8 - 56.0
TEWL 値 (g/hm ²)	背中	25	11.9 ± 7.9	9.4	5.5 - 38.3
	仙骨部	25	9.4 ± 2.9	9.0	5.0 - 17.8
	右踵部	25	31.0 ± 9.9	30.3	15.3 - 53.9
	左踵部	25	30.8 ± 8.1	28.5	18.2 - 45.9
紅斑レベル (a. u.)	背中	25	172.0 ± 32.4	177.0	88.8 - 220.0
	仙骨部	25	188.6 ± 26.8	190.0	131.5 - 232.0
	右踵部	25	238.1 ± 48.8	238.0	156.0 - 350.3
	左踵部	25	252.8 ± 55.6	240.8	162.3 - 376.8
皮膚弾力値	背中	25	0.860 ± 0.040	0.865	0.776 - 0.928
	仙骨部	25	0.866 ± 0.046	0.870	0.717 - 0.935
	右踵部	25	0.648 ± 0.053	0.647	0.510 - 0.737
	左踵部	25	0.633 ± 0.050	0.636	0.504 - 0.730
皮膚厚 (cm)	仙骨部	25	2.27 ± 0.84	2.08	0.80 - 4.41
	右踵部	25	1.02 ± 0.15	1.03	0.67 - 1.25
	左踵部	25	0.98 ± 0.14	0.97	0.71 - 1.28

2. 高齢患者の皮膚生理学的指標値

高齢患者 55 人における、背中、仙骨部、両踵部の 4 か所の皮膚生理学的指標値を計測した。背中および仙骨部については、計測時に側臥位を保持することが困難な高齢患者がいたため、1-2 人のデータは収集できなかった。両踵部については、高齢患者 55 人全員からデータを収集した。(表 10)

表 10 高齢患者の皮膚生理学的指標値

測定項目	部位	n(個)	mean±SD	median	Range
皮膚温 (°C)	背中	54	34.8 ± 0.9	34.8	32.7 - 36.6
	仙骨部	53	34.9 ± 0.8	34.9	32.8 - 36.5
	右踵部	55	29.7 ± 3.2	29.9	23.6 - 36.9
	左踵部	55	29.7 ± 3.2	29.8	22.7 - 36.7
角質水分量 (a. u.)	背中	54	32.4 ± 10.6	33.0	14.9 - 59.9
	仙骨部	53	31.1 ± 10.5	29.9	6.1 - 71.8
	右踵部	55	14.8 ± 9.1	13.2	2.2 - 46.7
	左踵部	55	14.4 ± 8.3	12.3	3.4 - 38.1
真皮水分量 (Wt%)	背中	54	52.7 ± 9.3	53.4	35.3 - 74.7
	仙骨部	52	54.8 ± 10.2	54.8	28.0 - 76.3
	右踵部	55	32.7 ± 8.9	31.5	12.0 - 58.0
	左踵部	55	33.3 ± 9.7	33.0	10.3 - 67.0
TEWL 値 (g/hm ²)	背中	54	7.1 ± 1.8	7.0	3.8 - 13.0
	仙骨部	53	7.4 ± 3.0	7.0	2.3 - 16.2
	右踵部	55	17.7 ± 7.1	16.8	5.4 - 36.0
	左踵部	55	19.4 ± 8.1	18.7	6.9 - 53.2
紅斑レベル (a. u.)	背中	54	225.2 ± 67.2	217.5	110.3 - 386.5
	仙骨部	53	264.3 ± 81.2	248.3	150.5 - 487.8
	右踵部	55	241.3 ± 90.7	231.0	97.5 - 571.5
	左踵部	55	251.6 ± 78.5	246.0	120.3 - 500.8
皮膚弾力値	背中	54	0.605 ± 0.13	0.613	0.296 - 0.816
	仙骨部	52	0.670 ± 0.11	0.685	0.430 - 0.883
	右踵部	55	0.604 ± 0.10	0.625	0.221 - 0.799
	左踵部	55	0.633 ± 0.08	0.633	0.484 - 0.830
皮膚厚 (cm)	仙骨部	53	0.97 ± 0.56	0.78	0.30 - 2.93
	右踵部	55	0.95 ± 0.24	0.93	0.60 - 1.80
	左踵部	55	0.95 ± 0.27	0.91	0.53 - 1.95

3. 高齢患者と健康な 20 代女性との比較

高齢患者および健康な 20 代女性の年齢や BMI 値などについて、表 11 に示す。

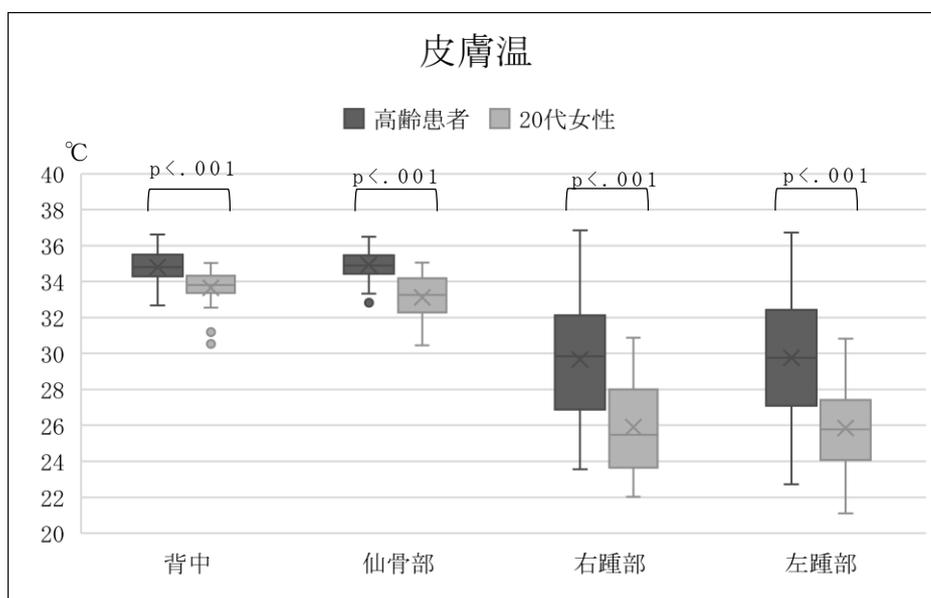
表 11 高齢患者および 20 代女性の年齢や BMI などの比較

	高齢患者 (n=55 人)		20 代女性 (n=25 人)		p-value
	mean ± SD	Range	mean ± SD	Range	
年齢 (歳)	82.4 ± 9.8	61 - 103	21.4 ± 1.3	20.0 - 26.0	.000
身長 (cm)			156.0 ± 4.8	144.0 - 163.3	
体重 (Kg)			56.1 ± 9.6	44.1 - 86.3	
BMI 値	19.7 ± 3.6	12.2 - 27.0	23.0 ± 3.7	18.4 - 34.4	.001
体脂肪 (%)			29.0 ± 4.7	19.0 - 40.8	

全て: Mann-Whitney の U 検定

高齢患者 55 人および健康な 20 代女性 25 人における背中、仙骨部、両踵部の皮膚生理学的指標値について、Shapiro-Wilk 検定にて正規性の有無を確認した後、2 標本 t 検定あるいは Mann-Whitney の U 検定を用いて比較した。

皮膚温について、高齢患者の全部位の皮膚温（背中 34.8±0.9℃、仙骨部 34.9±0.8℃、右踵部 29.7±3.2℃、左踵部 29.7±3.2℃）は、健康な 20 代女性の全部位の皮膚温（背中 33.7±1.0℃、仙骨部 33.1±1.2℃、右踵部 25.9±2.6℃、左踵部 25.8±2.5℃）に比べ、有意に高かった（全て p<.001）。（図 7）

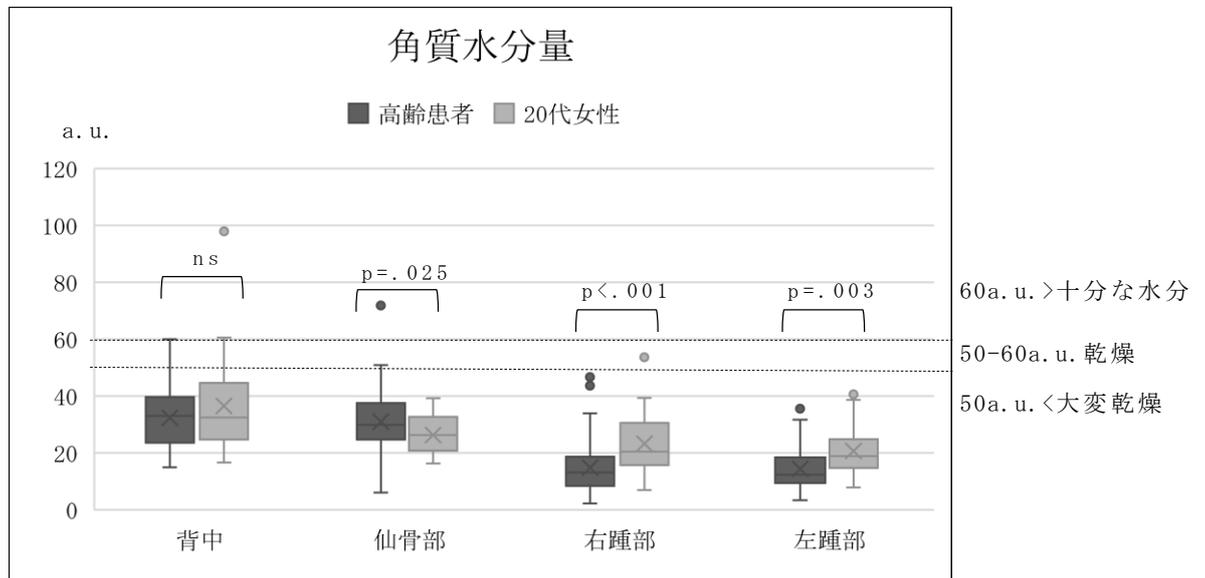


全て: 2 標本 t 検定

図 7 高齢患者と健康な 20 代女性との比較: 皮膚温

角質水分量について、仙骨部において、高齢患者の仙骨部角質水分量は 31.1±10.5a.u.、健康な 20 代女性の仙骨部角質水分量は 26.3±6.4a.u. と、高齢患者が有意に多かった (p=.025)。両踵部において、高齢患者の右踵部角質水分量は 14.8±9.1a.u.、左踵部角質水分

量は 14.4 ± 8.3 a. u.、健康な 20 代女性の右踵部角質水分量は 23.2 ± 10.9 a. u.、左踵部角質水分量は 20.6 ± 9.0 a. u. と、高齢患者が有意に少なかった（右踵部 $p < .001$ 、左踵部 $p = .003$ ）。高齢患者および健康な 20 代女性ともに、全部位の角質水分量は、機器の会社が示している「大変乾燥」の基準値 50 a. u. 未満であった。（図 8）



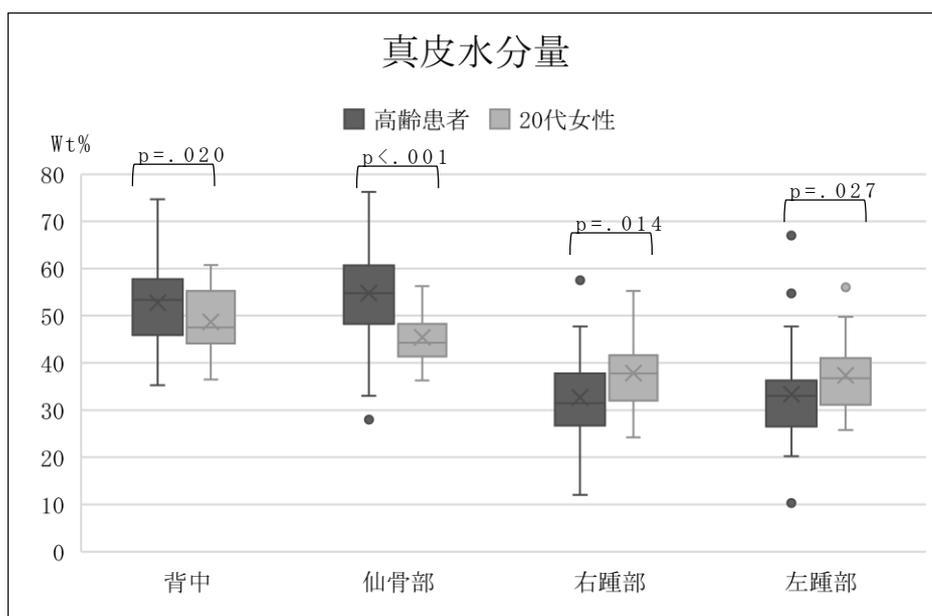
ns: not significant

背中: 2 標本 t 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の U 検定

図 8 高齢患者と健康な 20 代女性との比較：角質水分量

真皮水分量について、背中および仙骨部において、高齢患者の背中真皮水分量は 52.7 ± 9.3 Wt%、仙骨部真皮水分量は 54.8 ± 10.2 Wt%、健康な 20 代女性の背中真皮水分量は 48.7 ± 6.2 Wt%、仙骨部真皮水分量は 45.4 ± 5.1 Wt%、と、高齢患者が有意に多かった（背中 $p = .020$ 、仙骨部 $p < .001$ ）。両踵部において、高齢患者の右踵部真皮水分量は 32.7 ± 8.9 Wt%、左踵部部真皮水分量は 33.3 ± 9.7 Wt%、健康な 20 代女性の右踵部真皮水分量は 37.8 ± 8.1 Wt%、左踵部部真皮水分量は 37.4 ± 7.3 Wt% と、健康な 20 代女性が有意に多かった（右踵部 $p = .014$ 、左踵部 $p = .027$ ）が、大幅な差ではなかった。（図 9）

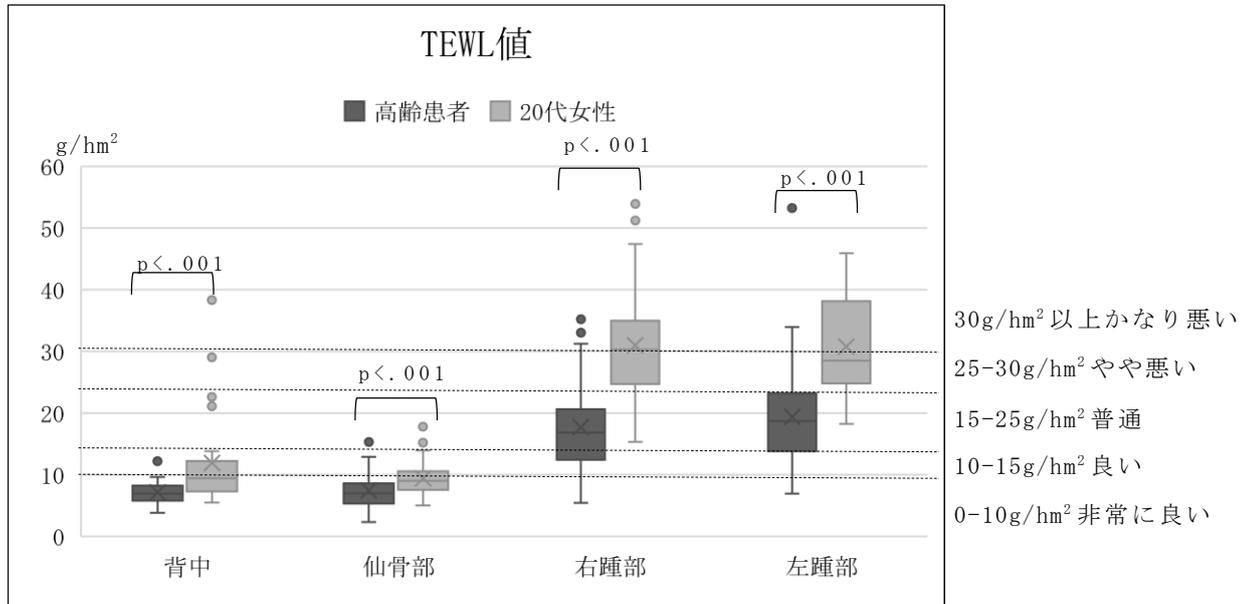


背中・仙骨部： 2 標本 *t* 検定

右踵部・左踵部： Mann-Whitney の *U* 検定

図 9 高齢患者と健康な 20 代女性との比較：真皮水分量

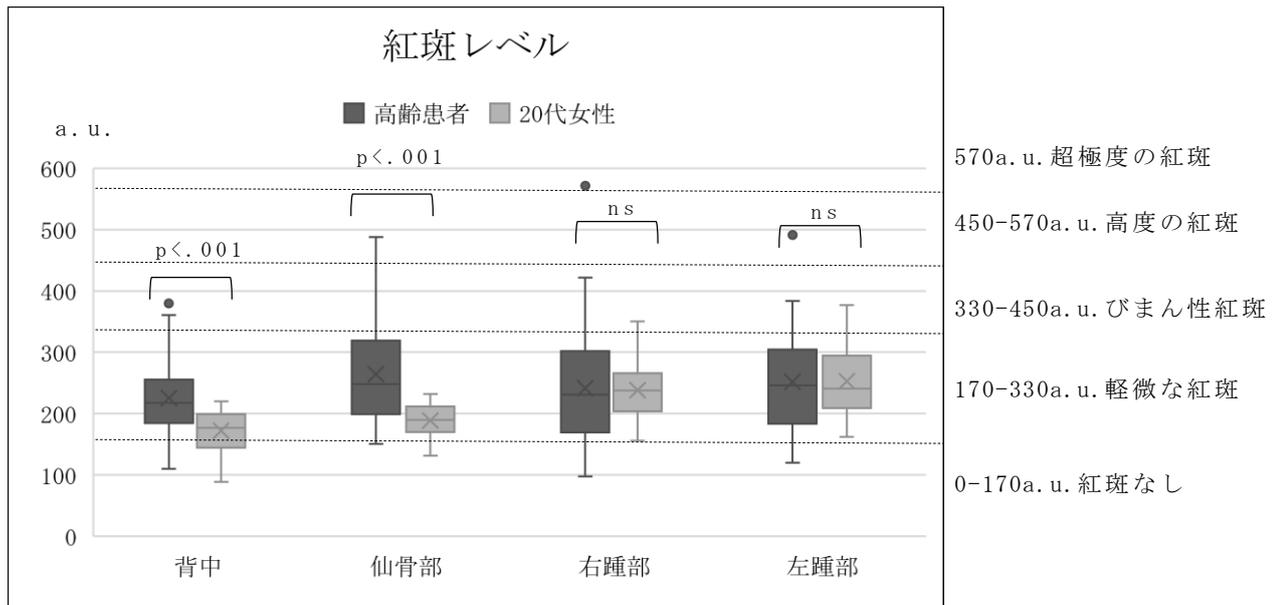
TEWL 値について、全ての部位において、高齢患者の TEWL 値（背中 $7.1 \pm 1.8 \text{g/hm}^2$ 、仙骨部 $7.4 \pm 3.0 \text{g/hm}^2$ 、右踵部 $17.7 \pm 7.1 \text{g/hm}^2$ 、左踵部 $19.4 \pm 8.1 \text{g/hm}^2$ ）は、健康な 20 代女性の TEWL 値（背中 $11.9 \pm 7.9 \text{g/hm}^2$ 、仙骨部 $9.4 \pm 2.9 \text{g/hm}^2$ 、右踵部 $31.0 \pm 9.9 \text{g/hm}^2$ 、左踵 $30.8 \pm 8.1 \text{g/hm}^2$ ）に比べ、有意に低かった（全て $p < .001$ ）。高齢患者および健康な 20 代女性ともに、背中および仙骨部の TEWL 値は、機器の会社が示している「非常に良い状態」の基準値 $0-10 \text{g/hm}^2$ 、あるいは、「良い状態」の基準値 $10-15 \text{g/hm}^2$ の範囲内であった。両踵部について、高齢患者の TEWL 値は、機器の会社が示している「普通の状態」の基準値 $15-25 \text{g/hm}^2$ の範囲内であったが、健康な 20 代女性の TEWL 値は、機器の会社が示している「かなり悪い状態」の基準値 30g/hm^2 以上であった。（図 10）



全て： Mann-Whitney の U 検定

図 10 高齢患者と健康な 20 代女性との比較：TEWL 値

紅斑レベルについて、背中および仙骨部において、高齢患者の背中紅斑レベルは $225.2 \pm 67.2 \text{ a.u.}$ 、仙骨部紅斑レベルは $264.3 \pm 81.2 \text{ a.u.}$ 、健康な 20 代女性の背中紅斑レベルは $172.0 \pm 32.4 \text{ a.u.}$ 、仙骨部紅斑レベルは $188.6 \pm 26.8 \text{ a.u.}$ と、高齢患者が有意に高かった（背中 $p < .001$ 、仙骨部 $p < .001$ ）。高齢患者および健康な 20 代女性ともに、有意差のあった背中および仙骨部だけでなく、他の部位においても、紅斑レベルは、機器の会社が示している「軽微な紅斑」の基準値 $170\text{--}330 \text{ a.u.}$ の範囲であった。（図 11）



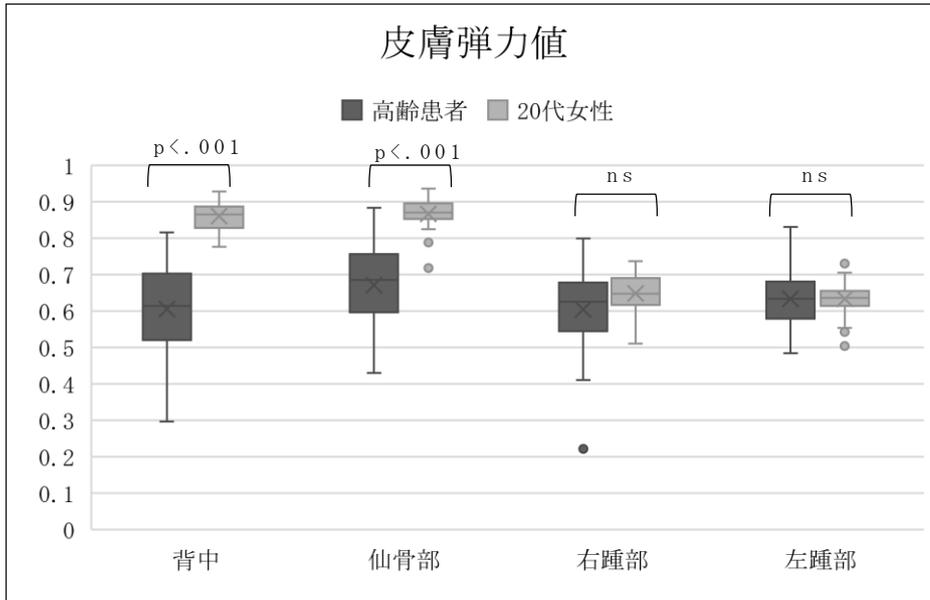
ns: not significant

背中: 2 標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 11 高齢患者と健康な 20 代女性との比較：紅斑レベル

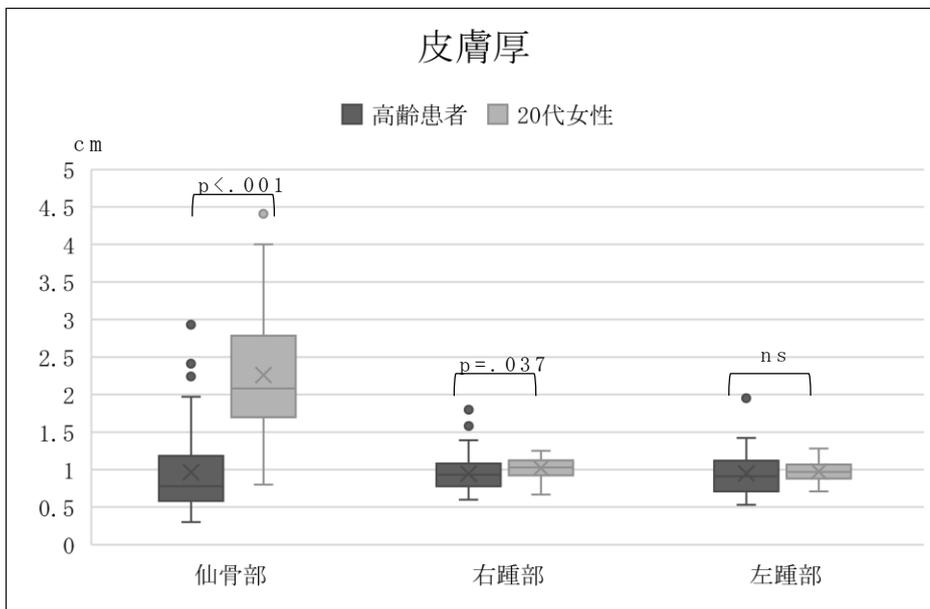
皮膚弾力値について、背中および仙骨部において、高齢患者の背中皮膚弾力値は 0.61 ± 0.13 、仙骨部皮膚弾力値は 0.67 ± 0.11 、健康な 20 代女性の背中皮膚弾力値は 0.86 ± 0.04 、仙骨部皮膚弾力値は 0.87 ± 0.05 と、高齢患者が有意に低かった（背中 $p < .001$ 、仙骨部 $p < .001$ ）。特に、背中および仙骨部の皮膚弾力値の差は大きかった。（図 12）



全て： 2 標本 t 検定

図 12 高齢患者と健康な 20 代女性との比較：皮膚弾力値

皮膚厚について、仙骨部および右踵部において、高齢患者の仙骨部皮膚厚は $0.97 \pm 0.56\text{cm}$ 、右踵部皮膚厚は $0.95 \pm 0.24\text{cm}$ 、健康な 20 代女性の仙骨部皮膚厚は $2.27 \pm 0.84\text{cm}$ 、右踵部皮膚厚は $1.02 \pm 0.15\text{cm}$ と、高齢患者が有意に薄かった（仙骨部 $p < .001$ 、右踵部 $p = .037$ ）。特に、仙骨部皮膚厚の差が大きかった。（図 13）



全て： Mann-Whitney の U 検定

図 13 高齢患者と健康な 20 代女性との比較：皮膚厚

4. 高齢患者の褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標値と褥瘡危険因子保有状況との関係

各部位の皮膚生理学的指標値と、基本情報および褥瘡危険因子にかかわる情報との関係について、Shapiro-Wilk 検定を適用し正規性の検討をした後、正規性の有無により、2 標本 t 検定あるいは Mann-Whitney の U 検定を用いて比較、Pearson の相関係数あるいは Spearman の順位相関係数にて相関を検討した。

1) 年齢と皮膚生理学的指標値との相関

年齢と右踵部の皮膚温との間に、中程度の負の相関（相関係数 = -0.451、 $p = 0.001$ ）、年齢と左踵部の皮膚温との間に、中程度の負の相関（相関係数 = -0.541、 $p < 0.001$ ）があった。それ以外は、年齢と仙骨部の紅斑レベル、年齢と背中 of 皮膚弾力値との間に、弱い相関があるのみであった。（表 12-表 18）

表 12 年齢と皮膚温との相関

年齢	皮膚温			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.145	-.181	-.451**	-.541**
p-value	.296	.195	.001	.000

* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$

全て：Pearson の相関係数

表 13 年齢と角質水分量との相関

年齢	角質水分量			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.103	-.060	-.104	-.121
p-value	.459	.667	.449	.377

背中：Pearson の相関係数

仙骨部・右踵部・左踵部：Spearman の順位相関係数

表 14 年齢と真皮水分量との相関

年齢	真皮水分量			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.040	.103	-.001	-.174
p-value	.772	.466	.992	.204

背中・仙骨部・右踵部：Pearson の相関係数

左踵部：Spearman の順位相関係数

表 15 年齢と TEWL 値との相関

年齢	TEWL 値			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.134	-.029	-.209	-.206
p-value	.335	.839	.125	.132

全て：Spearman の順位相関係数

表 16 年齢と紅斑レベルとの相関

年齢	紅斑レベル			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	.034	.319*	.039	.217
p-value	.805	.020	.776	.111

*p<0.05、**p<0.01

全て：Spearman の順位相関係数

表 17 年齢と皮膚弾力値との相関

年齢	皮膚弾力値			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.355**	-.187	-.081	.081
p-value	.009	.184	.556	.558

*p<0.05、**p<0.01

背中・仙骨部・左踵部：Pearson の相関係数

右踵部：Spearman の順位相関係数

表 18 年齢と皮膚厚との相関：皮膚厚

年齢	皮膚厚		
	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.311*	-.158	-.164
p-value	.023	.248	.232

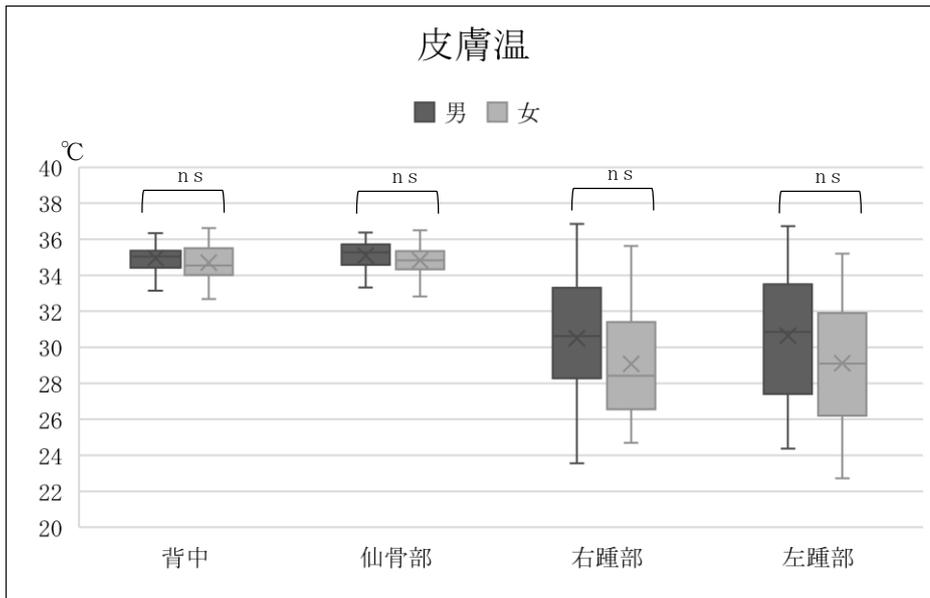
*p<0.05、**p<0.01

全て：Spearman の順位相関係数

2) 性別による皮膚生理学的指標値の違い

男性高齢患者 23 人と女性高齢患者 32 人における各部位の皮膚生理学的指標値について、男女間で比較をした。(図 14 から図 20)

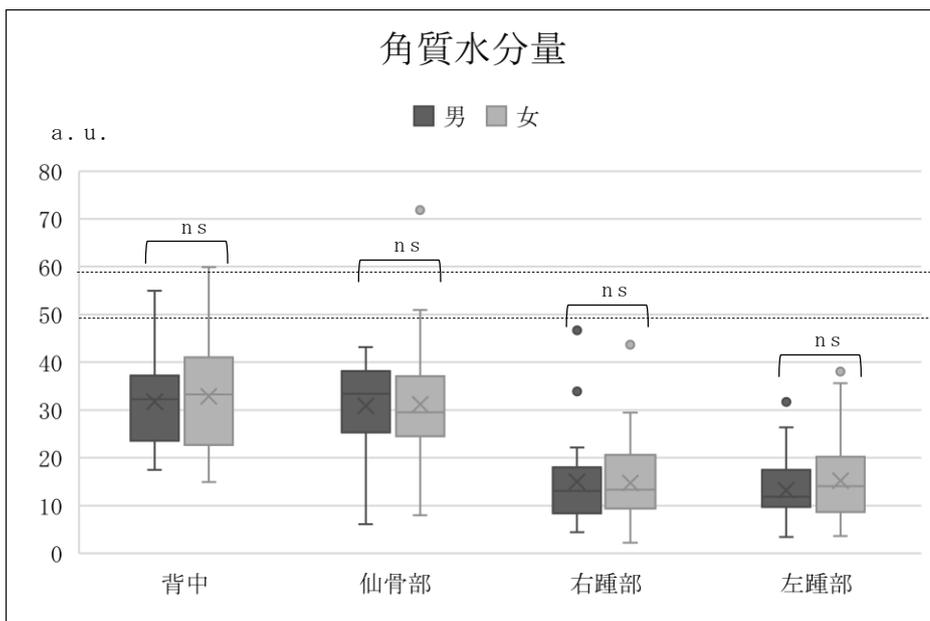
両踵部皮膚厚について、男性の右踵部皮膚厚は 1.03 ± 0.25 cm、左踵部皮膚厚は 1.05 ± 0.30 cm、女性の右踵部皮膚厚は 0.89 ± 0.22 cm、左踵部皮膚厚は 0.88 ± 0.22 cm と、男性が有意に厚かった(右 $p=.023$ 、左 $p=.025$)。それ以外の皮膚生理学的指標値に差はなかった。



ns: not significant

全て: 2 標本 *t* 検定

図 14 性別による皮膚温の違い

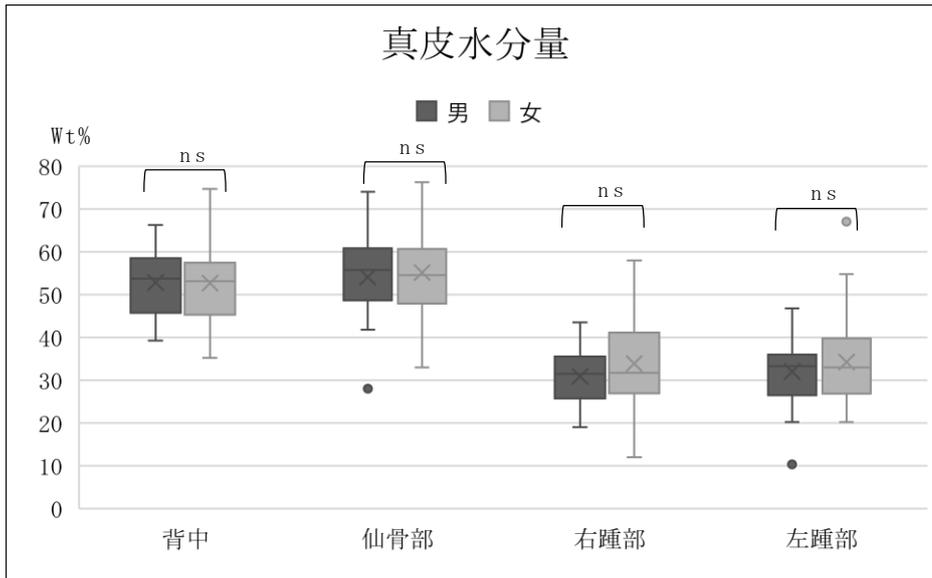


ns: not significant

背中: 2 標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 15 性別による角質水分量の違い

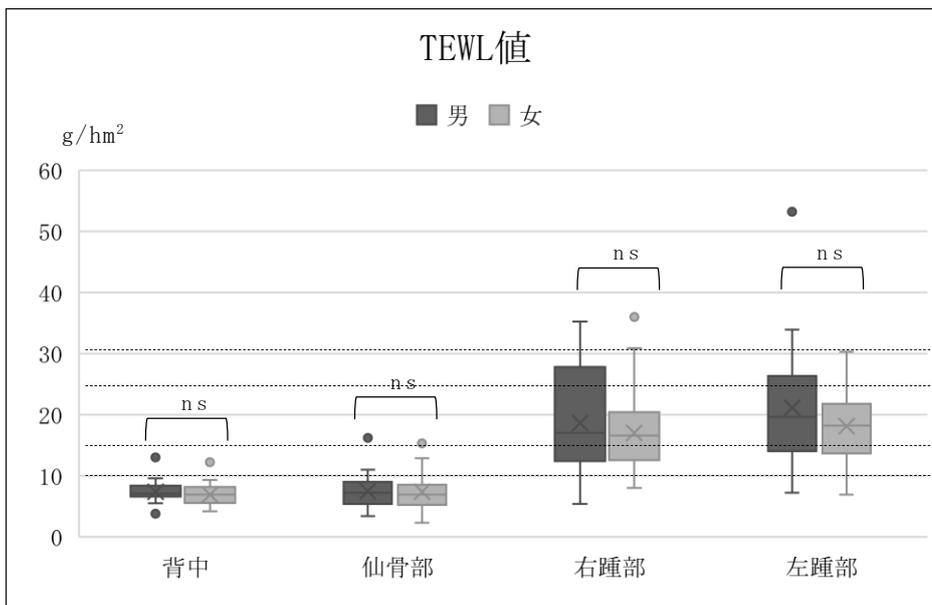


ns: not significant

背中・仙骨部: 2標本 *t* 検定

右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

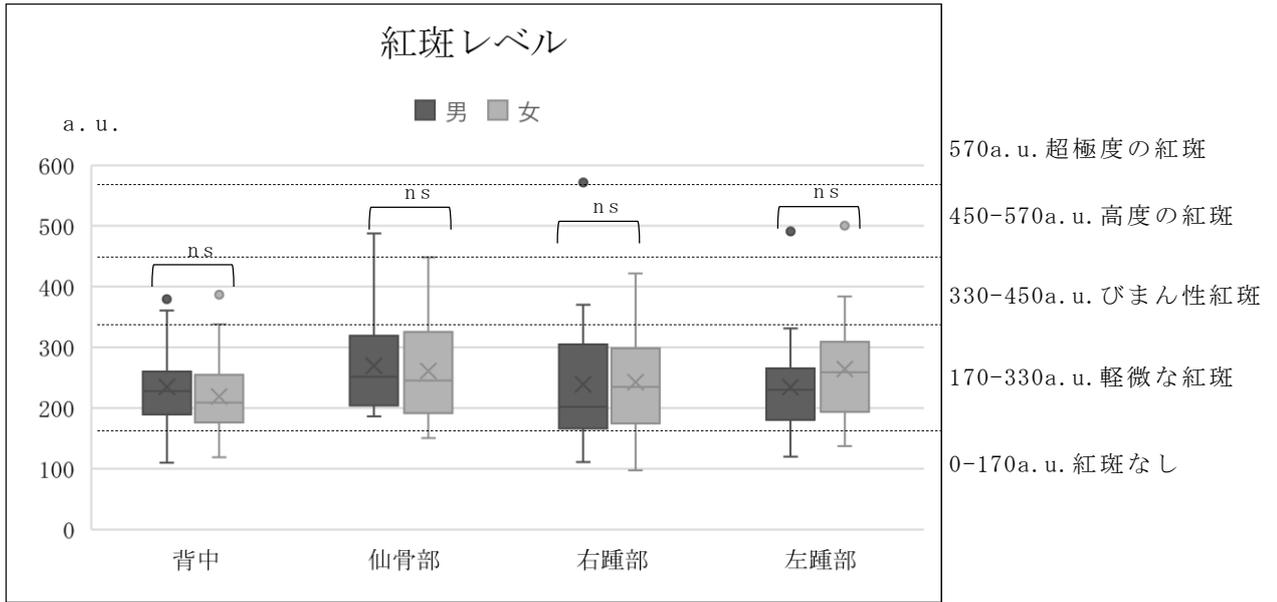
図 16 性別による真皮水分量の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の *U* 検定

図 17 性別による TEWL 値の違い

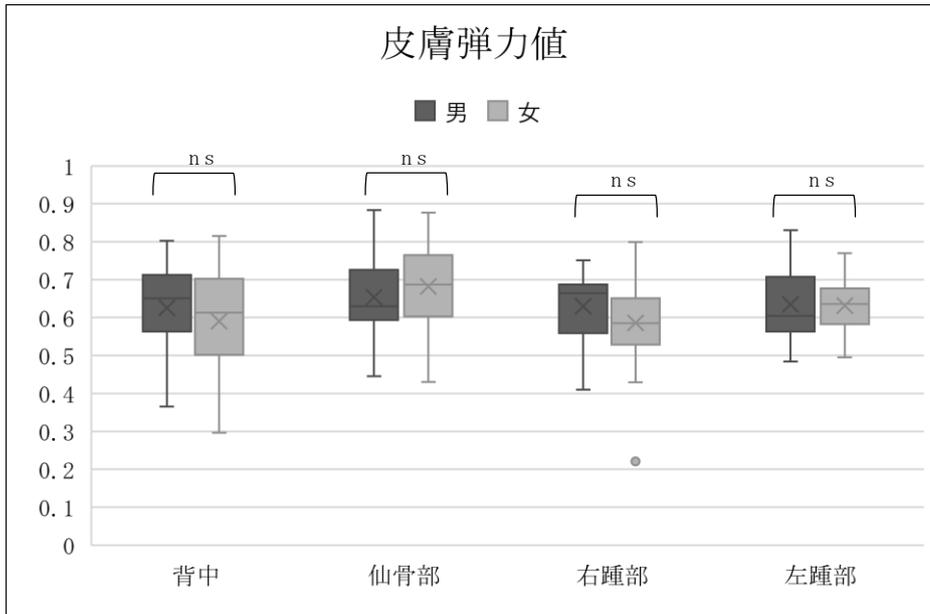


ns: not significant

背中: 2 標本 t 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の U 検定

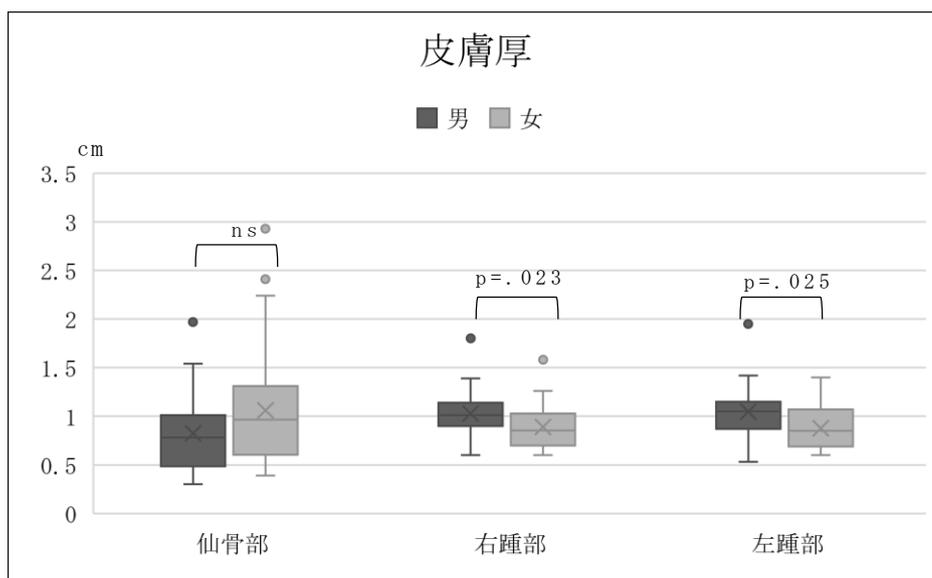
図 18 性別による紅斑レベルの違い



ns: not significant

全て: 2 標本 t 検定

図 19 性別による皮膚弾力値の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の U 検定

図 20 性別による皮膚厚の違い

3) BMI 値と皮膚生理学的指標値との相関

BMI 値と全ての部位の皮膚厚との間に、中程度の正の相関があった。それぞれの相関係数は、仙骨部皮膚厚(相関係数.506、 $p < .001$)、右踵部皮膚厚(相関係数.482、 $p < .001$)、左踵部皮膚厚(相関係数.460、 $p < .001$)であった。それ以外では、BMI 値と背中および仙骨部皮膚温との間に弱い負の相関、左踵部皮膚温との間に弱い正の相関があった。(表 19-表 25)

表 19 BMI 値と皮膚温との相関

BMI 値	皮膚温			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.394**	-.382**	.160	.270*
p-value	.003	.005	.242	.046

* $p < .05$ 、** $p < .01$

全て: Pearson の相関係数

表 20 BMI 値と角質水分量との相関

BMI 値	角質水分量			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	.029	-.070	-.222	-.118
p-value	.835	.620	.104	.391

背中: Pearson の相関係数

仙骨部・右踵部・左踵部: Spearman の順位相関係数

表 21 BMI 値と真皮水分量との相関

BMI 値	真皮水分量			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	-.130	-.246	-.269	-.172
p-value	.349	.079	.047	.210

背中・仙骨部・右踵部：Pearson の相関係数
左踵部：Spearman の順位相関係数

表 22 BMI 値と TEWL 値との相関

BMI 値	TEWL 値			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	.027	-.060	.156	.189
p-value	.845	.669	.256	.168

全て：Spearman の順位相関係数

表 23 BMI 値と紅斑レベルとの相関

BMI 値	紅斑レベル			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	.090	-.112	-.154	.049
p-value	.518	.423	.263	.721

全て：Spearman の順位相関係数

表 24 BMI 値と皮膚弾力値との相関

BMI 値	皮膚弾力値			
	背中	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	.228	-.100	.059	-.022
p-value	.101	.481	.667	.876

背中・仙骨部・左踵部：Pearson の相関係数
右踵部：Spearman の順位相関係数

表 25 BMI 値と皮膚厚との相関

BMI 値	皮膚厚		
	仙骨部	右踵部	左踵部
相関係数	.506**	.482**	.460**
p-value	.000	.000	.000

**p<.01

全て：Spearman の順位相関係数

4) 血液検査値と皮膚生理学的指標値との相関

血清 Alb 値と背中皮膚弾力値との間に、中程度の正の相関（相関係数.445、p=.001）があった。それ以外では、血清 Alb 値と仙骨部

皮膚弾力値、血清 Alb 値と仙骨部皮膚厚との間に弱い正の相関があった。血清 TP 値について、血清 TP 値と仙骨部紅斑レベルとの間に、弱い負の相関があるのみであった。(表 26-表 32)

表 26 血清 Alb 値および血清 TP 値と皮膚温との相関

		皮膚温			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	-.172	-.160	.095	.118
	p-value	.214	.252	.488	.391
血清 TP 値	相関係数	-.168	-.044	.078	.174
	p-value	.230	.756	.575	.207

全て：Spearman の順位相関係数

表 27 血清 Alb 値および血清 TP 値と角質水分量との相関

		角質水分量			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	.169	.069	.106	.155
	p-value	.223	.623	.440	.259
血清 TP 値	相関係数	-.037	-.031	.028	.071
	p-value	.792	.830	.842	.611

全て：Spearman の順位相関係数

表 28 血清 Alb 値および血清 TP 値と真皮水分量との相関

		真皮水分量			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	-.005	-.190	-.033	.035
	p-value	.911	.676	.939	.075
血清 TP 値	相関係数	-.135	-.120	.015	.003
	p-value	.334	.403	.914	.982

全て：Spearman の順位相関係数

表 29 血清 Alb 値および血清 TP 値と TEWL 値との相関

		TEWL 値			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	.244	-.033	-.051	.081
	p-value	.075	.814	.711	.557
血清 TP 値	相関係数	.015	-.115	-.002	.059
	p-value	.915	.416	.987	.673

全て：Spearman の順位相関係数

表 30 血清 Alb 値および血清 TP 値と紅斑レベルとの相関

		紅斑レベル			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	.039	-.188	-.092	.019
	p-value	.778	.177	.503	.890
血清 TP 値	相関係数	-.035	-.311*	.027	-.008
	p-value	.805	.025	.847	.955

*p<.05

全て：Spearman の順位相関係数

表 31 血清 Alb 値および血清 TP 値と皮膚弾力値との相関

		皮膚弾力値			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	.445**	.279*	.049	-.190
	p-value	.001	.045	.722	.165
血清 TP 値	相関係数	.134	.040	-.121	-.135
	p-value	.343	.780	.383	.330

*p<.05、**p<.01

全て：Spearman の順位相関係数

表 32 血清 Alb 値および血清 TP 値と皮膚厚との相関

		皮膚厚		
		仙骨部	右踵部	左踵部
血清 Alb 値	相関係数	.282*	.039	.028
	p-value	.041	.777	.841
血清 TP 値	相関係数	.193	.073	.082
	p-value	.171	.602	.556

*p<.05

全て：Spearman の順位相関係数

赤血球数・Hb 値・Hct 値という、貧血の指標と皮膚生理学的指標値との相関について検討した、赤血球数・Hb 値・Hct 値と背中真皮水分量および仙骨部 TEWL 値との間に、弱い負の相関があるのみであった。(表 33-表 39)

表 33 貧血の指標と皮膚温との相関

		皮膚温			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	-.120	-.051	.087	.085
	p-value	.386	.716	.528	.536
Hb 値	相関係数	-.031	.069	.162	.160
	p-value	.825	.622	.237	.243
Hct 値	相関係数	-.066	.022	.143	.131
	p-value	.637	.875	.299	.340

全て：Pearson の相関係数

表 34 貧血の指標と角質水分量との相関

		角質水分量			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	-.181	-.210	-.074	-.013
	p-value	.191	.132	.592	.924
Hb 値	相関係数	-.152	-.210	-.052	-.049
	p-value	.272	.132	.707	.724
Hct 値	相関係数	-.187	-.218	-.033	-.035
	p-value	.175	.116	.812	.802

背中：Pearson の相関係数

仙骨部・右踵部・左踵部：Spearman の順位相関係数

表 35 貧血の指標と真皮水分量との相関

		真皮水分量			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	-.307*	-.229	-.182	-.197
	p-value	.024	.102	.185	.149
Hb 値	相関係数	-.273*	-.187	-.215	-.234
	p-value	.045	.184	.115	.086
Hct 値	相関係数	-.305*	-.201	-.193	-.215
	p-value	.025	.152	.157	.115

*p<.05

背中・仙骨部・右踵部：Pearson の相関係数

左踵部：Spearman の順位相関係数

表 36 貧血の指標と TEWL 値との相関

		TEWL 値			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	-.128	-.312*	.084	-.044
	p-value	.354	.023	.544	.751
Hb 値	相関係数	-.048	-.287*	.152	-.030
	p-value	.731	.037	.269	.830
Hct 値	相関係数	-.083	-.273*	.114	-.080
	p-value	.549	.048	.409	.561

*p<.05

全て：Spearman の順位相関係数

表 37 貧血の指標と紅斑レベルとの相関

		紅斑レベル			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	.153	.054	.072	.231
	p-value	.270	.699	.602	.090
Hb 値	相関係数	.130	.065	.100	.196
	p-value	.348	.646	.470	.152
Hct 値	相関係数	.105	.060	.111	.232
	p-value	.452	.669	.421	.088

全て：Spearman の順位相関係数

表 38 貧血の指標と皮膚弾力値との相関

		皮膚弾力値			
		背中	仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	.086	.096	-.129	.086
	p-value	.538	.498	.348	.532
Hb 値	相関係数	.057	.105	-.047	.116
	p-value	.686	.458	.735	.397
Hct 値	相関係数	.034	.092	-.058	.135
	p-value	.811	.516	.676	.325

背中・仙骨部・左踵部：Pearson の相関係数

右踵部：Spearman の順位相関係数

表 39 貧血の指標と皮膚厚との相関

		皮膚厚		
		仙骨部	右踵部	左踵部
赤血球数	相関係数	.294*	.215	.070
	p-value	.033	.116	.611
Hb 値	相関係数	.229	.262	.064
	p-value	.099	.054	.644
Hct 値	相関係数	.212	.236	.033
	p-value	.128	.082	.810

* $p < .05$

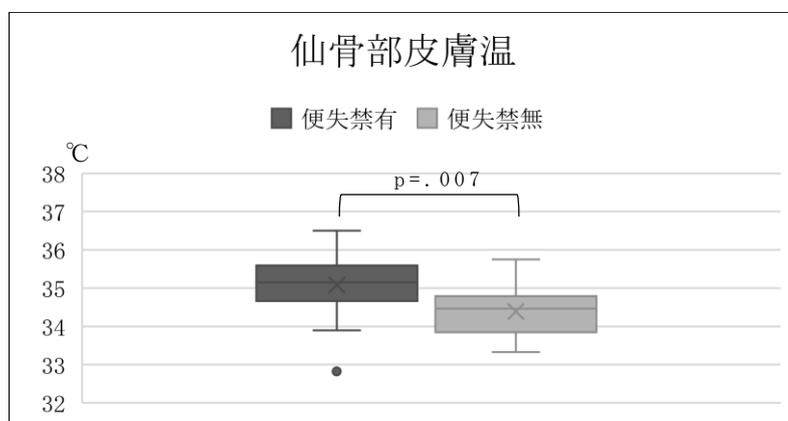
全て：Spearman の順位相関係数

5) 便失禁および尿失禁の有無による仙骨部の皮膚生理学的指標値の違い

便失禁有患者 43 人と便失禁無患者 12 人のとの間の、皮膚生理学的指標値を比較した。ここでは、仙骨部の皮膚生理学的指標値について比較した。(図 21-図 25)

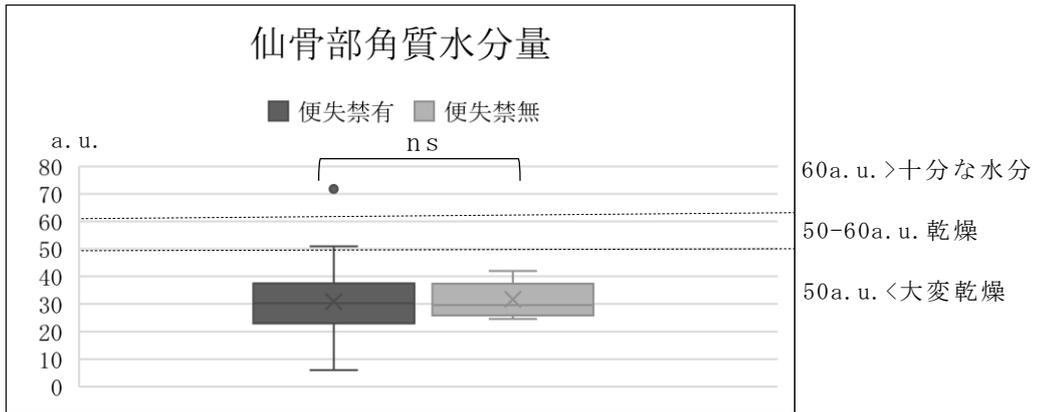
仙骨部皮膚温について、便失禁有患者の仙骨部皮膚温は $35.1 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 、便失禁無患者の仙骨部皮膚温は $34.4 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ と、便失禁有患者が有意に高かった ($p = .007$) が、大幅な差ではなかった。

仙骨部紅斑レベルについて、便失禁有患者の仙骨部紅斑レベルは $281.0 \pm 81.6 \text{ a.u.}$ 、便失禁無患者の仙骨部紅斑レベルは $207.0 \pm 48.1 \text{ a.u.}$ と、便失禁有患者が有意に高かった ($p = .003$)。しかし、便失禁有患者および便失禁無患者ともに、仙骨部紅斑レベルは、機器の会社が示している「軽微な紅斑」の基準値 $170-330 \text{ a.u.}$ の範囲であった。便失禁の有無では、皮膚温および紅斑レベル以外の仙骨部皮膚生理学的指標値に差はなかった。



2 標本 t 検定

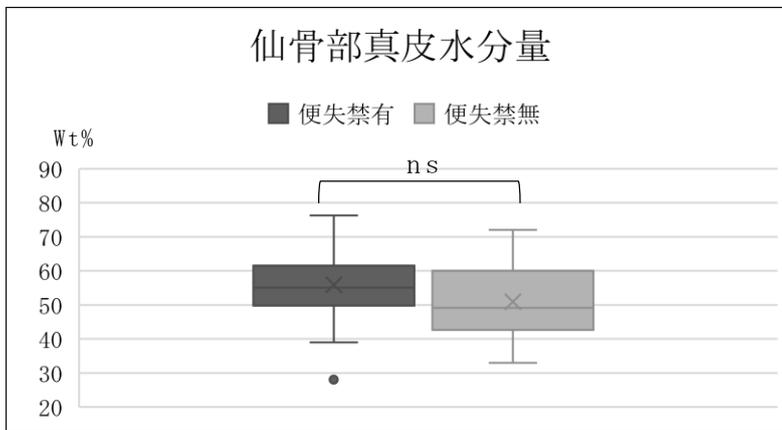
図 21 便失禁の有無による仙骨部皮膚温の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

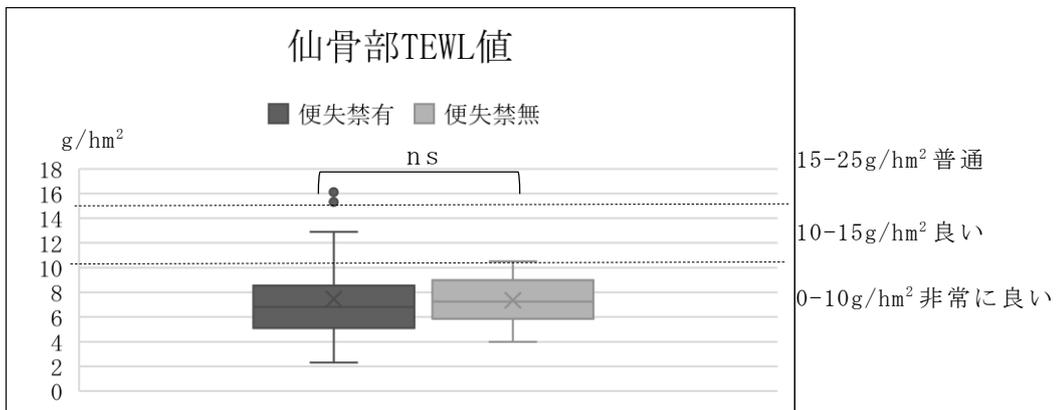
図 22 便失禁の有無による仙骨部角質水分量の違い



ns: not significant

2 標本 *t* 検定

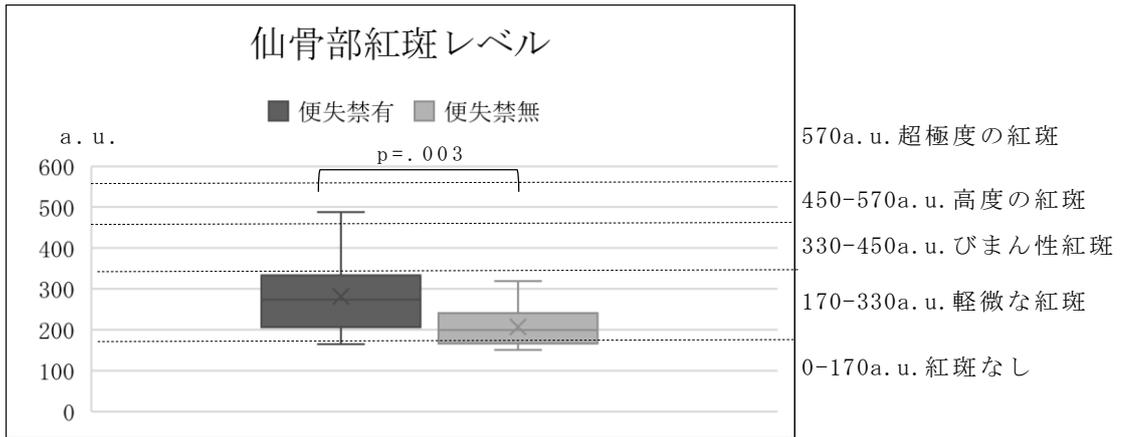
図 23 便失禁の有無による仙骨部真皮水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

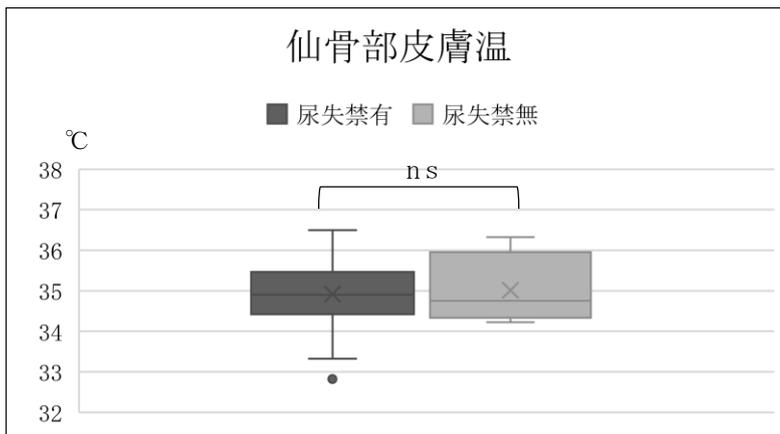
図 24 便失禁の有無による仙骨部 TEWL 値の違い



Mann-Whitney *U* 検定

図 25 便秘禁の有無による仙骨部紅斑レベルの違い

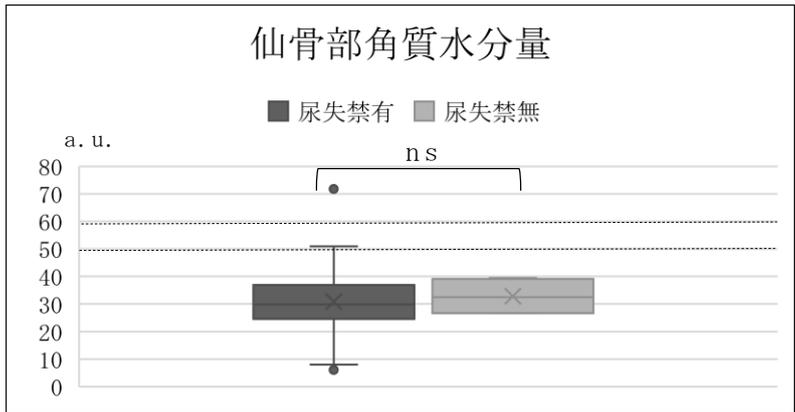
尿失禁有患者 50 人と尿失禁無患者 5 人との間の、仙骨部の皮膚生理学的指標値を比較した。尿失禁有患者と尿失禁無患者との間に、仙骨部の皮膚生理学的指標値に差はなかった。(図 26-図 30)



ns: not significant

2 標本 *t* 検定

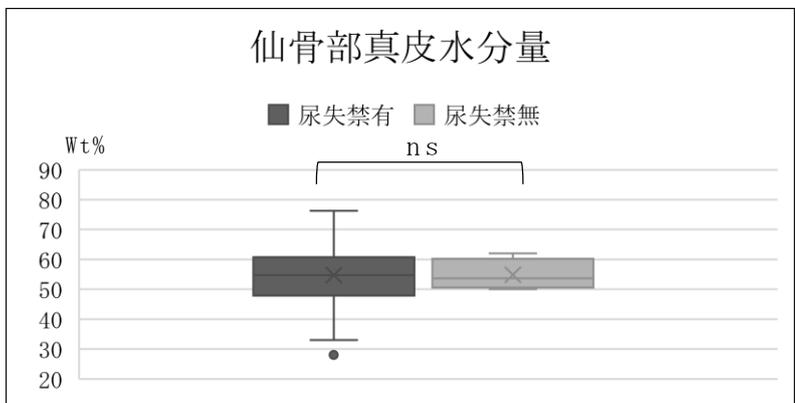
図 26 尿失禁の有無による仙骨部皮膚温の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

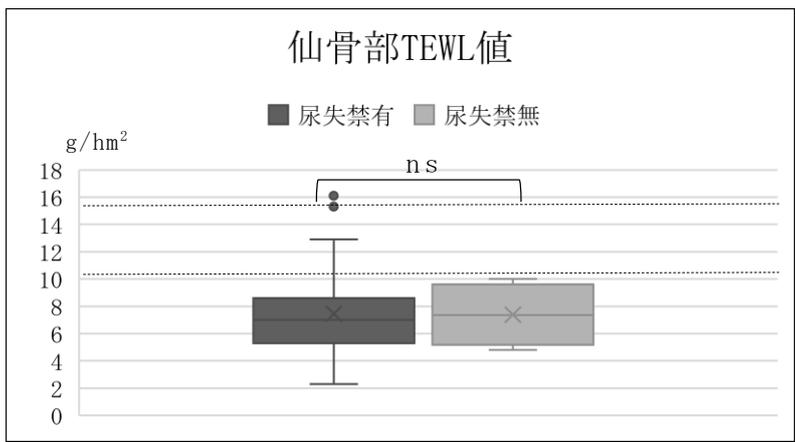
図 27 尿失禁の有無による仙骨部角質水分量の違い



ns: not significant

2 標本 *t* 検定

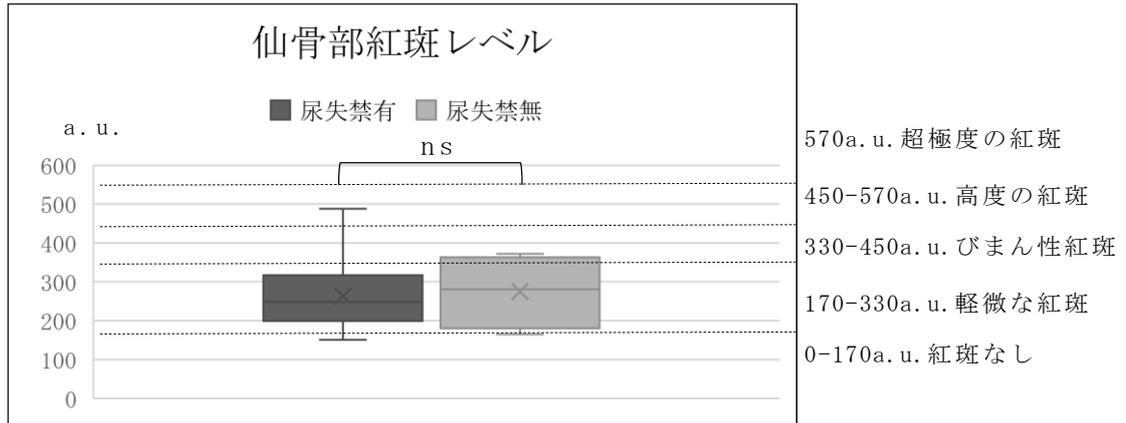
図 28 尿失禁の有無による仙骨部真皮水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

図 29 尿失禁の有無に仙骨部 TEWL 値の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

図 30 尿失禁の有無による仙骨部紅斑レベルの違い

6) 浮腫の有無による皮膚生理学的指標値の違い

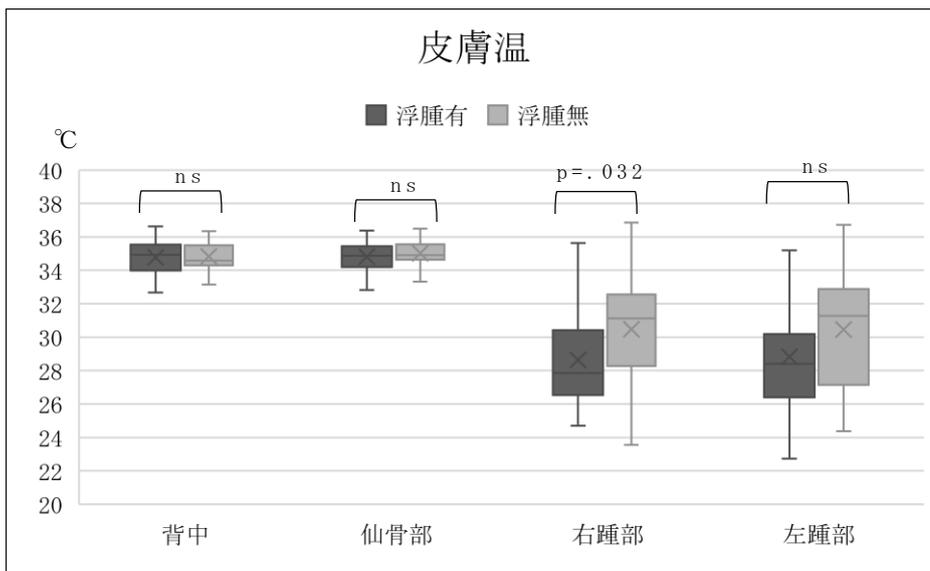
浮腫有患者 24 人と浮腫無患者 31 人との間の、皮膚生理学的指標値を比較した。(図 31-図 37)

皮膚温について、右踵部において、浮腫有患者の右踵部皮膚温は $28.6 \pm 3.1^{\circ}\text{C}$ 、浮腫無患者の右踵部皮膚温は $30.5 \pm 3.1^{\circ}\text{C}$ と、浮腫有患者が有意に低かった ($p=.032$)。

角質水分量について、両踵部において、浮腫有患者の右踵部角質水分量は $13.0 \pm 10.8\text{a.u.}$ 、左踵部角質水分量は $12.4 \pm 8.8\text{a.u.}$ 、浮腫無患者の右踵部角質水分量は $16.2 \pm 7.4\text{a.u.}$ 、左踵部角質水分量は $15.9 \pm 7.7\text{a.u.}$ と、浮腫有患者が有意に少なかった(右踵部 $p=.023$ 、左踵部 $p=.027$)。しかし、浮腫有患者および浮腫無患者ともに、両踵部の角質水分量は、機器の会社が示している「大変乾燥」の基準値 50a.u. 未満であった。

真皮水分量について、左踵部において、浮腫有患者の左踵部真皮水分量は $30.8 \pm 11.2\text{Wt}\%$ 、浮腫無患者の左踵部真皮水分量は $35.3 \pm 7.9\text{Wt}\%$ と、浮腫有患者が有意に少なかった ($p=.030$)。

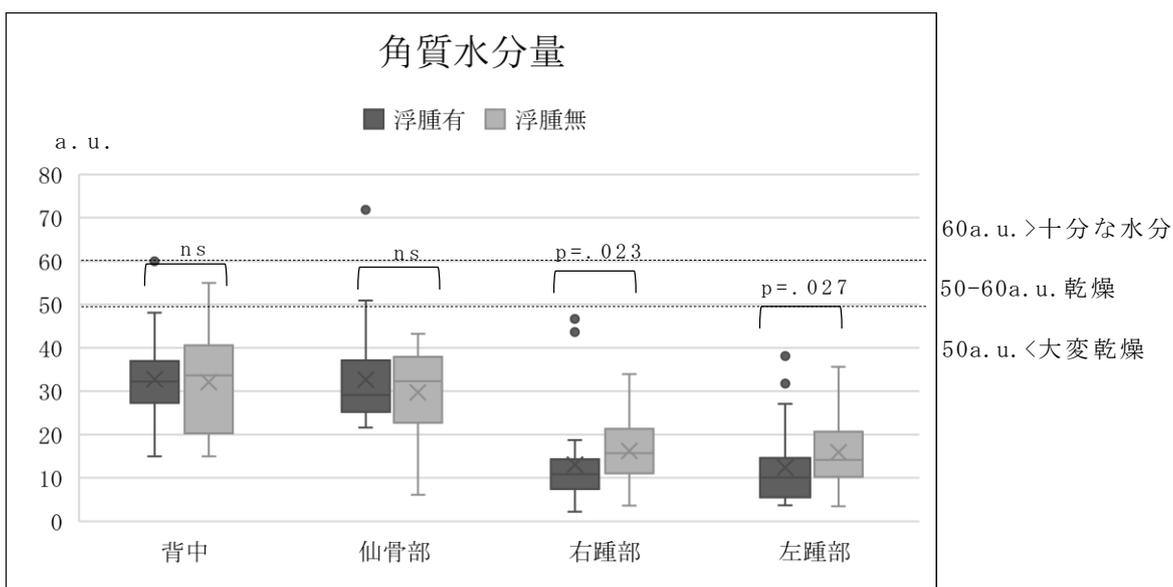
皮膚厚について、右踵部および左踵部において、浮腫有患者の右踵部皮膚厚は $1.01 \pm 0.25\text{cm}$ 、左踵部皮膚厚は $1.04 \pm 0.28\text{cm}$ 、浮腫無患者の右踵部皮膚厚は $0.90 \pm 0.23\text{cm}$ 、左踵部皮膚厚は $0.88 \pm 0.23\text{cm}$ と、浮腫有患者が有意に厚かった(右 $p=0.48$ 、左 $p=.024$) が、大幅な差ではなかった。



ns: not significant

全て: 2 標本 *t* 検定

図 31 浮腫の有無による皮膚温の違い

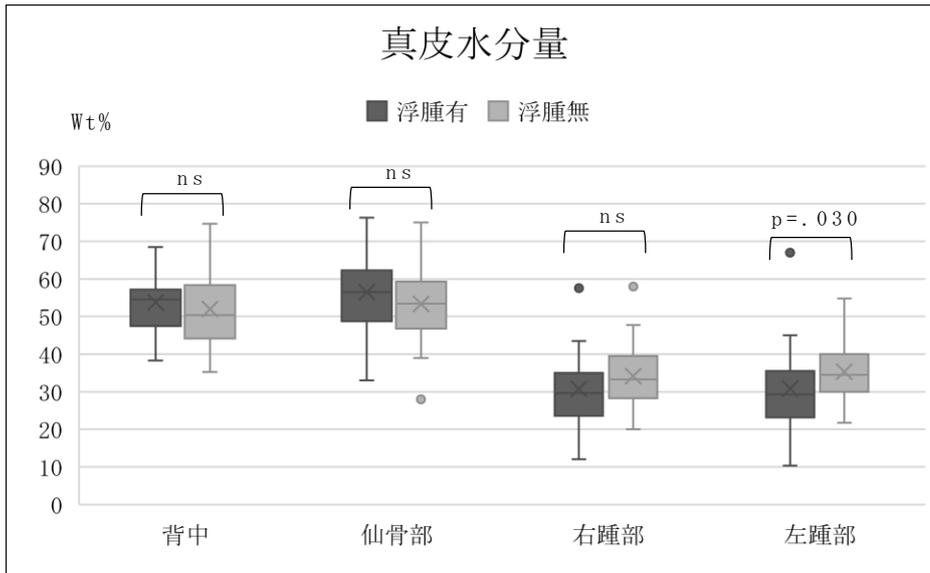


ns: not significant

背中: 2 標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 32 浮腫の有無による角質水分量の違い

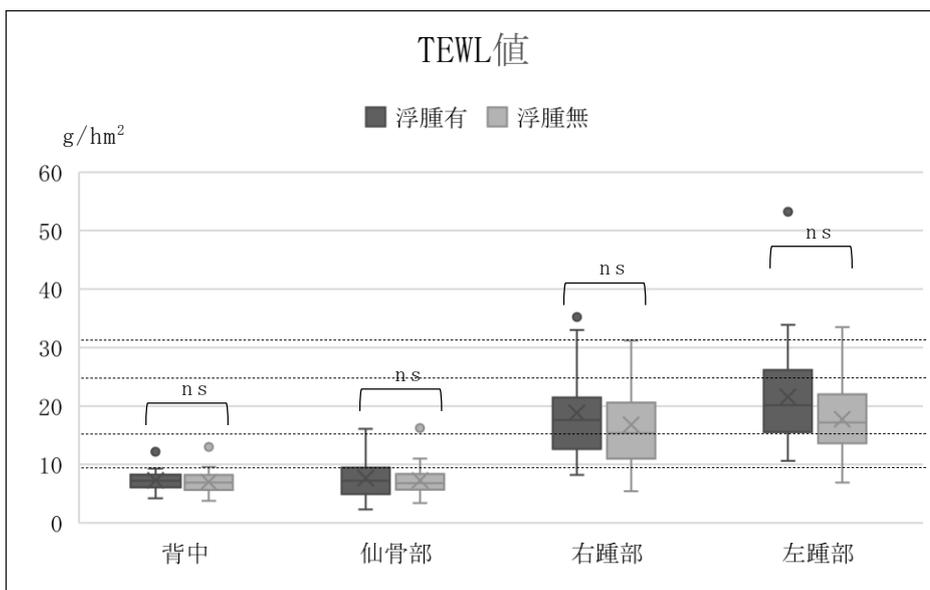


ns: not significant

背中・仙骨部・右踵部: 2標本 t 検定

左踵部: Mann-Whitney の U 検定

図 33 浮腫の有無による真皮水分量の違い



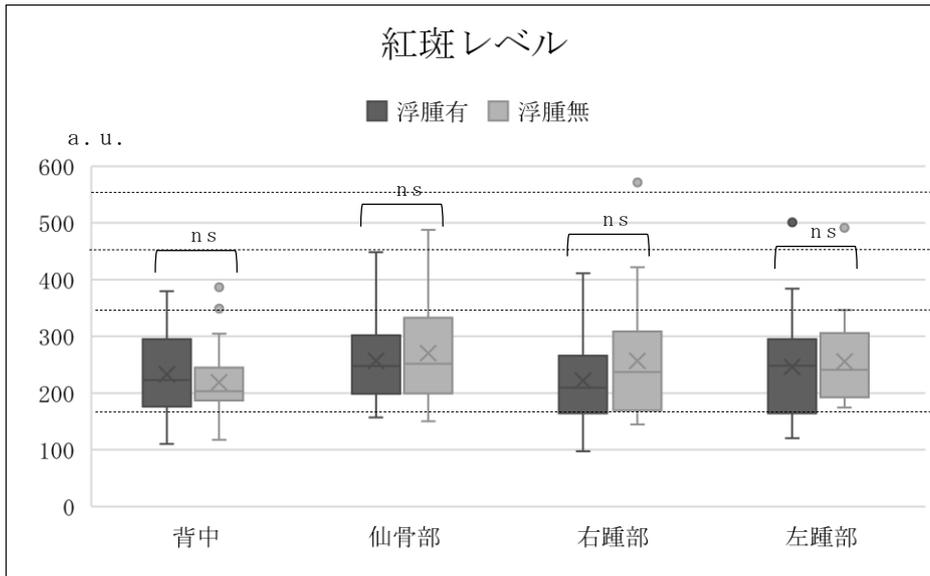
30g/hm²以上かなり悪い
 25-30g/hm² やや悪い
 15-25g/hm² 普通
 10-15g/hm² 良い
 0-10g/hm² 非常に良い

ns: not significant

背中: 2標本 t 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の U 検定

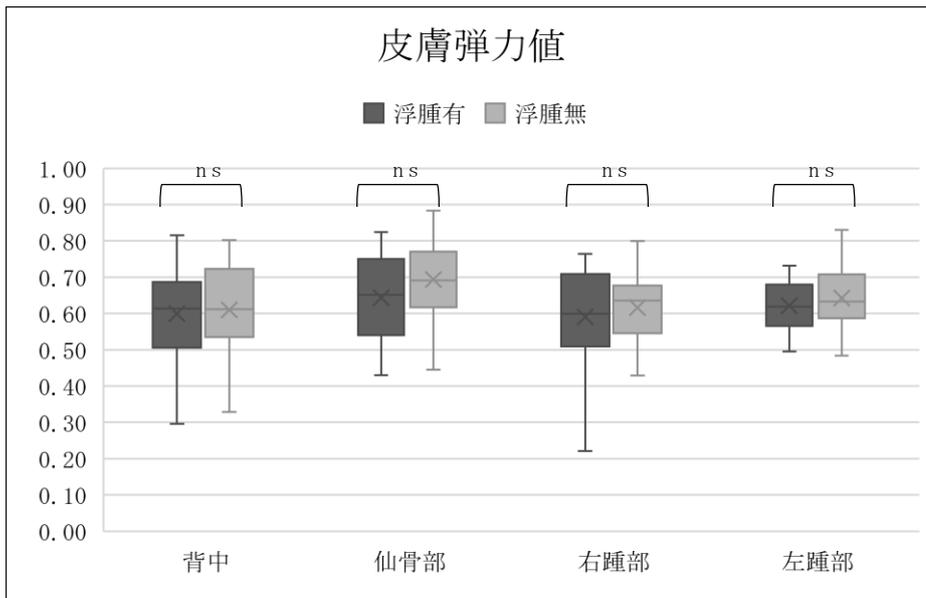
図 34 浮腫の有無による TEWL 値の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の U 検定

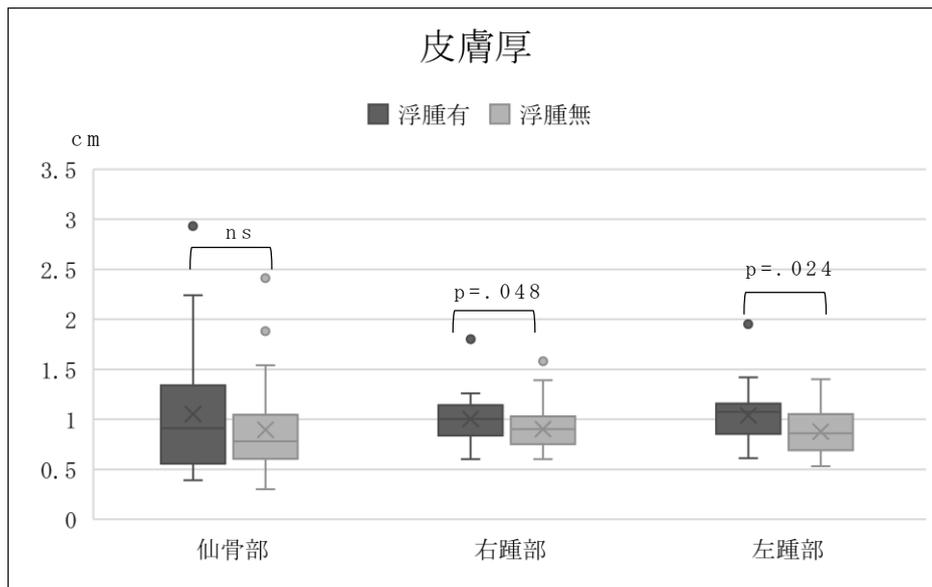
図 35 浮腫の有無による紅斑レベルの違い



ns: not significant

全て: 2 標本 t 検定

図 36 浮腫の有無による皮膚弾力値の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の U 検定

図 37 浮腫の有無による皮膚厚の違い

7) BS 評価および MNA®-SF 評価による皮膚生理学的指標値の違い

褥瘡発生リスクの極めて高い BS12 点以下を基準に、BS12 点以下の患者 27 人と BS13 点以上の患者 28 人との 2 つに分けて、皮膚生理学的指標値を比較した。(図 38-図 44)

皮膚温について、仙骨部において、BS12 点以下患者の仙骨部皮膚温は $35.2 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ 、BS13 点以上患者の仙骨部皮膚温は $34.7 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ と、BS12 点以下患者が有意に高かった ($p = 0.025$) が、大幅な差ではなかった。

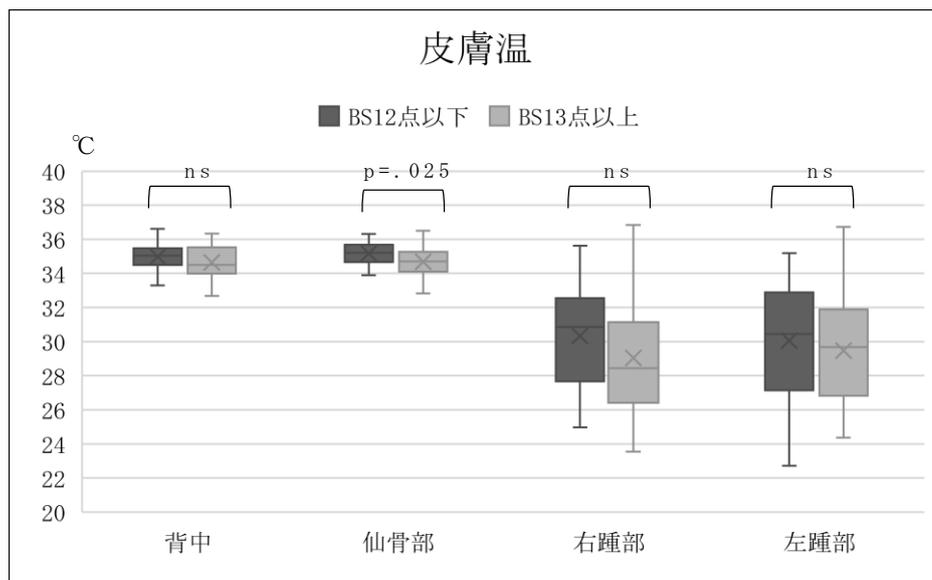
角質水分量について、仙骨部において、BS12 点以下患者の仙骨部角質水分量は $27.4 \pm 9.4 \text{ a.u.}$ 、BS13 点以上患者の仙骨部角質水分量は $34.6 \pm 10.5 \text{ a.u.}$ と、BS12 点以下患者が有意に少なかった ($p = 0.023$)。しかし、BS12 点以下および BS13 点以上患者ともに、仙骨部の角質水分量は、機器の会社が示している「大変乾燥」の基準値 50 a.u. 未満であった。

真皮水分量について、背中において、BS12 点以下患者の背中真皮水分量は $50.0 \pm 8.5 \text{ Wt\%}$ 、BS13 点以上患者の背中真皮水分量は $55.2 \pm 9.4 \text{ Wt\%}$ と、BS12 点以下患者が有意に少なかった ($p = 0.038$)。

紅斑レベルについて、仙骨部および右踵部において、BS12 点以下患者の仙骨部紅斑レベルは $286.0 \pm 83.3 \text{ a.u.}$ 、右踵部紅斑レベルは $264.9 \pm 91.3 \text{ a.u.}$ 、BS13 点以上患者の仙骨部紅斑レベルは $243.4 \pm 74.7 \text{ a.u.}$ 、右踵部紅斑レベルは $218.6 \pm 85.6 \text{ a.u.}$ と、BS12 点以下患者が有意に高かった (仙骨部 $p = 0.033$ 、右踵部 $p = 0.035$)。しかし、BS12

点以下および BS13 点以上患者ともに、仙骨部および右踵部の紅斑レベルは、機器の会社が示している「軽微な紅斑」の基準値 170-330a.u. の範囲であった。

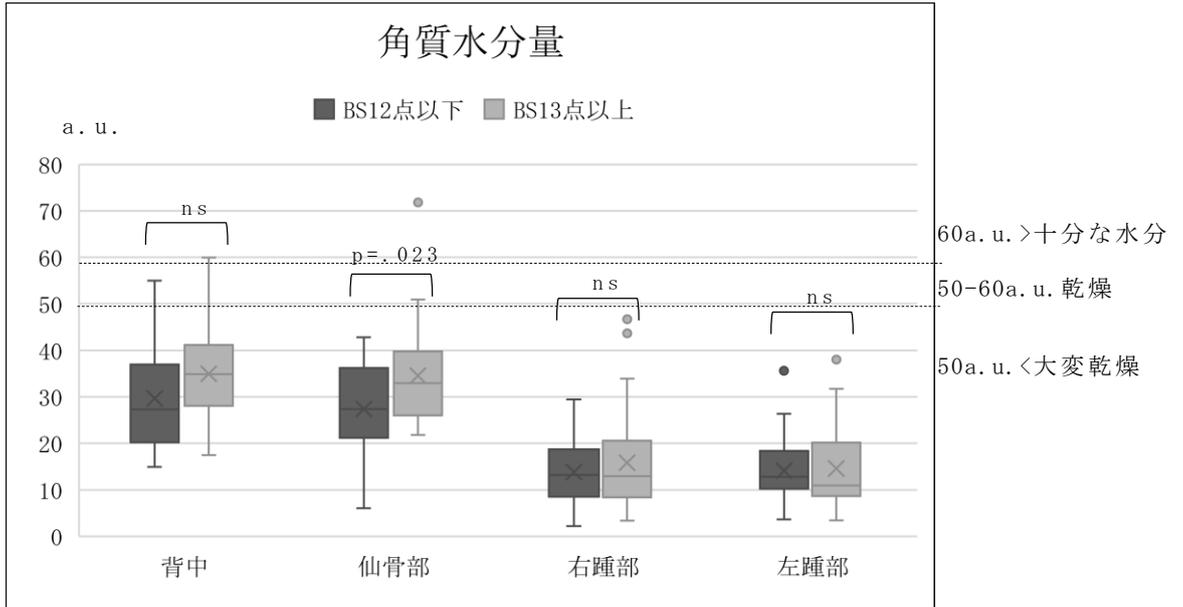
皮膚弾力値について、背中および左踵部について、BS12 点以下患者の背中皮膚弾力値は 0.57 ± 0.14 、左踵部皮膚弾力値は 0.65 ± 0.08 、BS13 点以上患者の背中皮膚弾力値は 0.64 ± 0.12 、左踵部皮膚弾力値は 0.61 ± 0.07 と、BS12 点以下患者が、仙骨部は有意に低く ($p=.036$)、左踵部は有意に高かった ($p=.034$)。



ns: not significant

全て: 2 標本 *t* 検定

図 38 BS 評価による皮膚温の違い

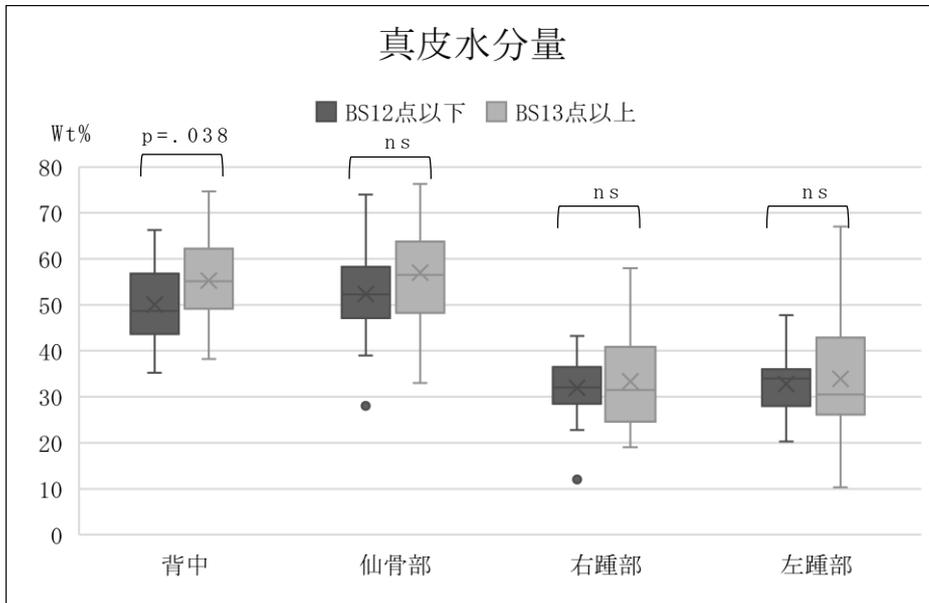


ns: not significant

背中: 2 標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 39 BS 評価による角質水分量の違い

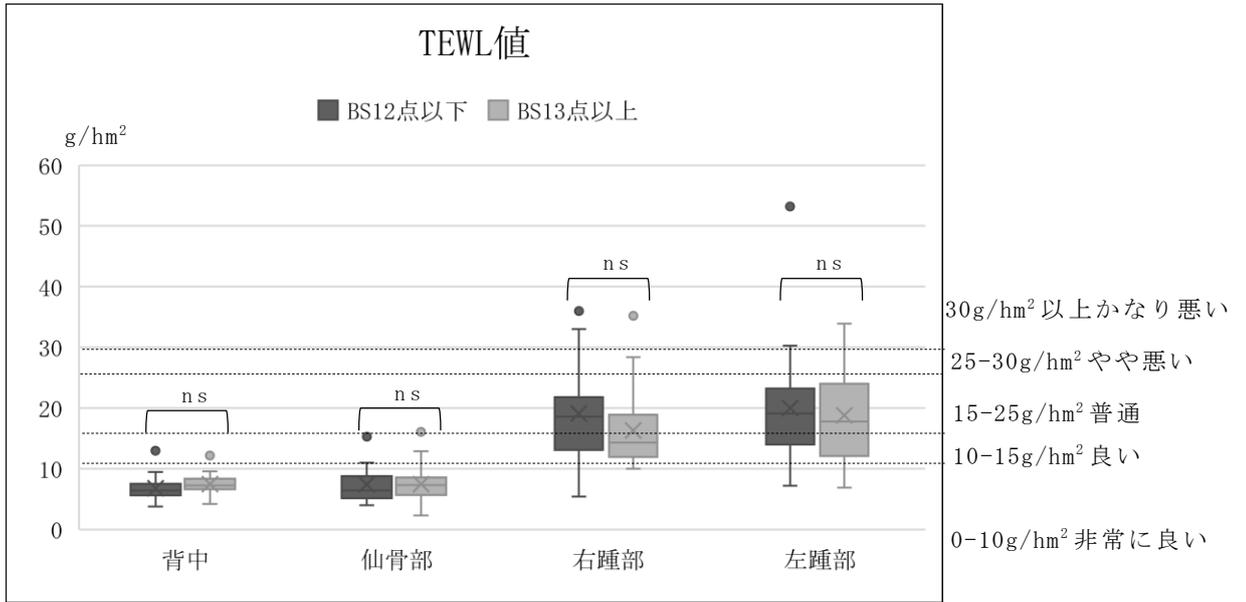


ns: not significant

背中・仙骨部: 2 標本 *t* 検定

右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 40 BS 評価による真皮水分量の違い

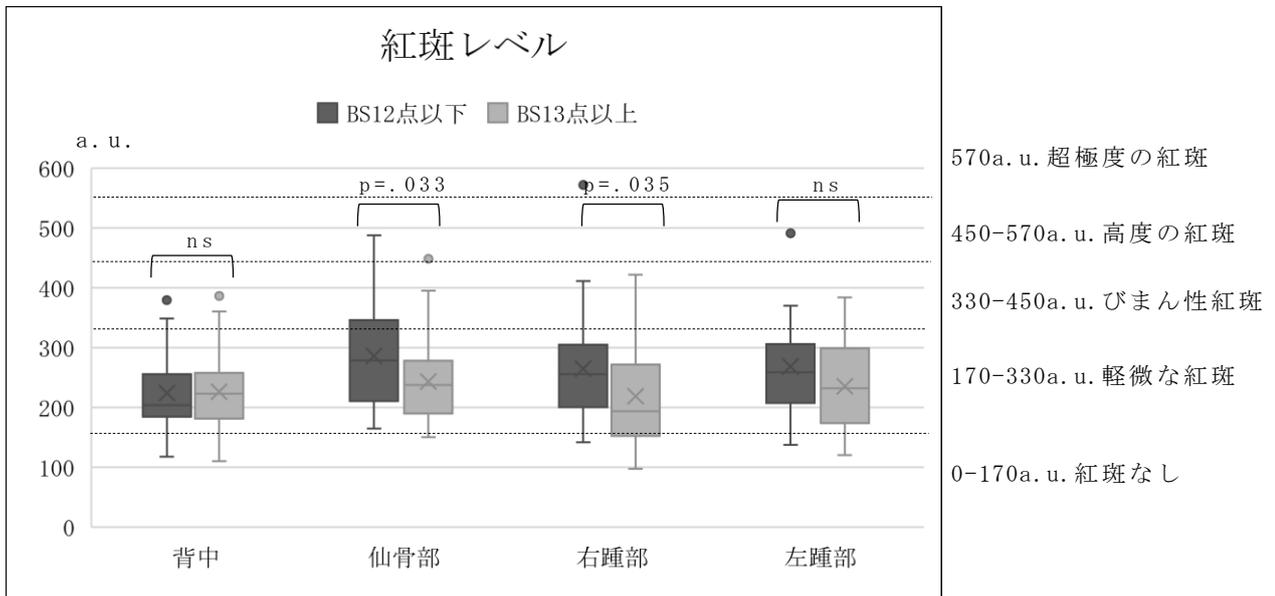


ns: not significant

背中: 2 標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

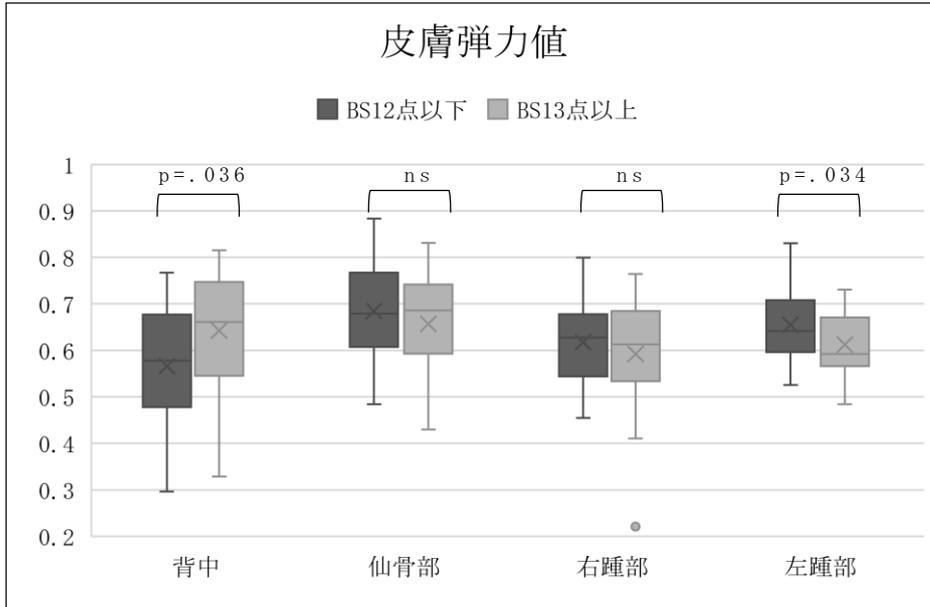
図 41 BS 評価による TEWL 値の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の *U* 検定

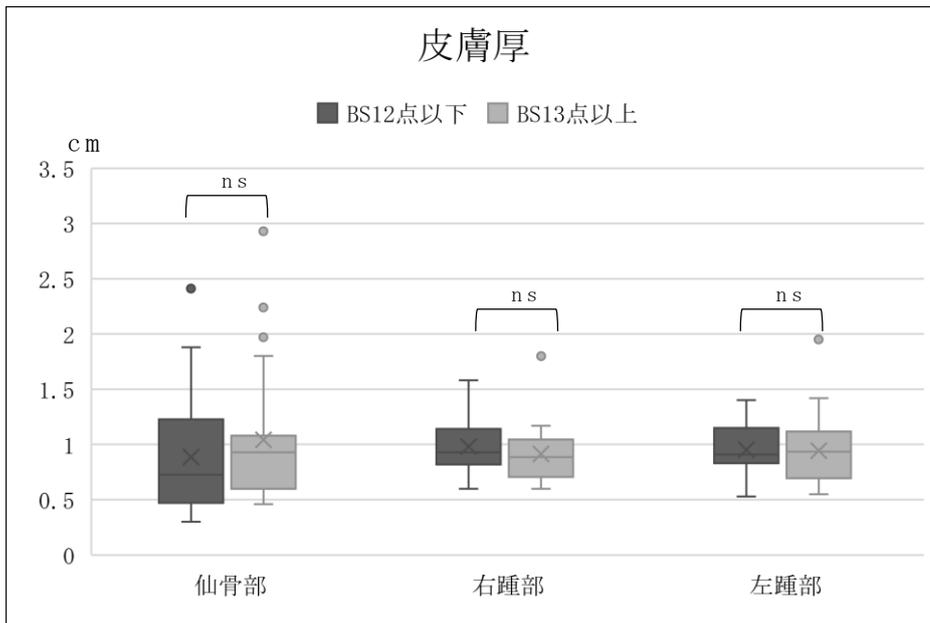
図 42 BS 評価による紅斑レベルの違い



ns: not significant

全て: 2 標本 *t* 検定

図 43 BS 評価による皮膚弾力の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の *U* 検定

図 44 BS 評価による皮膚厚の違い

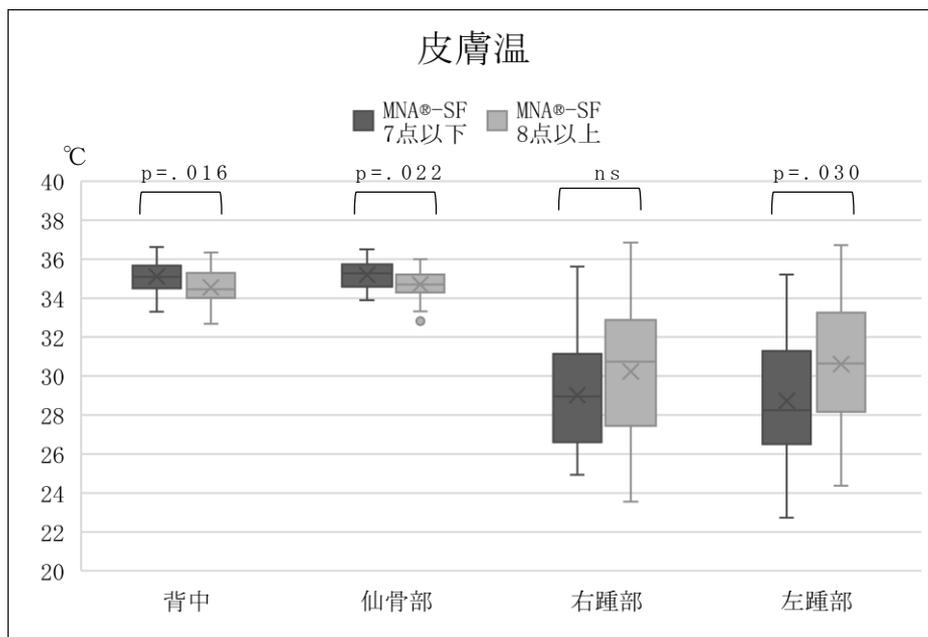
MNA[®]-SF 評価については、MNA[®]-SF 評価 7 点以下の「低栄養」と評価された患者 25 人と、MNA[®]-SF 評価 8 点以上の「低栄養のおそれあり」および「栄養状態良好」と評価された患者 30 人の 2 つに分け

て、皮膚生理学的指標値を比較した。(図 45-図 51)

皮膚温について、背中、仙骨部、左踵部において、MNA®-SF 評価 7 点以下患者の背中皮膚温は $35.1 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 、仙骨部皮膚温は $35.2 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 、左踵部皮膚温は $28.7 \pm 3.0^\circ\text{C}$ 、MNA®-SF 評価 8 点以上患者の背中皮膚温は $34.5 \pm 0.9^\circ\text{C}$ 、仙骨部皮膚温は $34.7 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 、左踵部皮膚温は $30.6 \pm 3.2^\circ\text{C}$ と、MNA®-SF 評価 7 点以下の患者が、背中および仙骨部の皮膚温は有意に高く (背中 $p=.016$ 、仙骨部 $p=.022$)、左踵部の皮膚温は有意に低かった ($p=.030$)。

皮膚弾力値について、背中において、MNA®-SF 評価 7 点以下患者の背中皮膚弾力値は 0.56 ± 0.12 、MNA®-SF 評価 8 点以上患者の背中の皮膚弾力値は 0.64 ± 0.13 と、MNA®-SF 評価 7 点以下患者が有意に低かった ($p=.029$)。

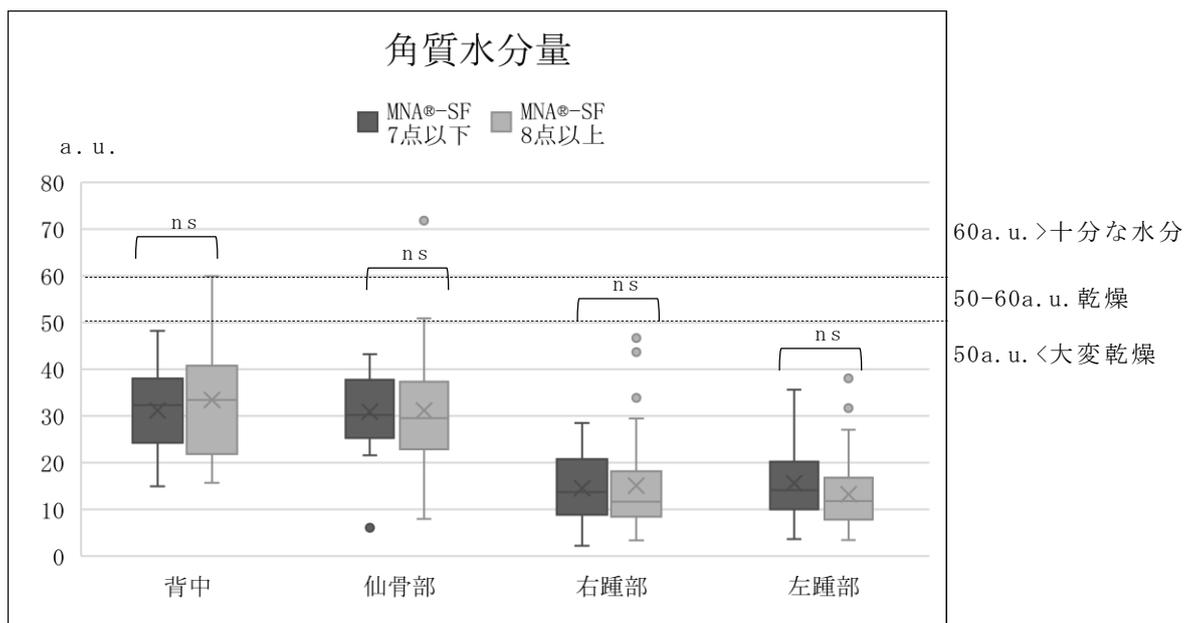
皮膚厚について、背中および右踵部において、MNA®-SF 評価 7 点以下患者の仙骨部皮膚厚 $0.73 \pm 0.32\text{cm}$ 、右踵部皮膚厚 $0.88 \pm 0.24\text{cm}$ 、MNA®-SF 評価 8 点以上患者の仙骨部皮膚厚 $1.18 \pm 0.64\text{cm}$ 、右踵部皮膚厚 $1.00 \pm 0.23\text{cm}$ と、MNA®-SF 評価 7 点以下患者が、有意に薄かった (仙骨部 $p=.003$ 、右踵部 $p=.049$)。



ns: not significant

全て: 2 標本 t 検定

図 45 MNA®-SF 評価による皮膚温の違い

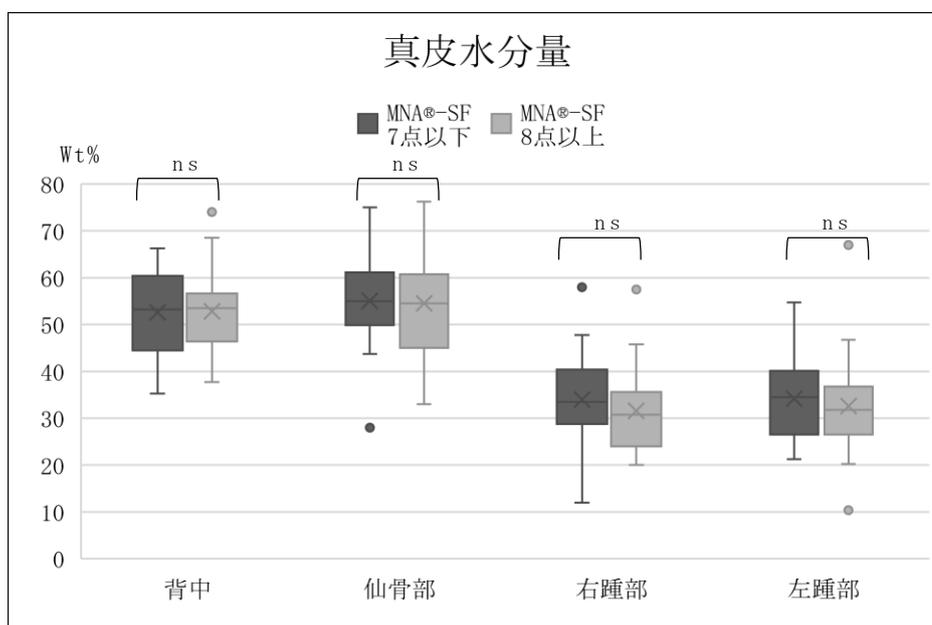


ns: not significant

背中: 2標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 46 MNA[®]-SF 評価による角質水分量の違い

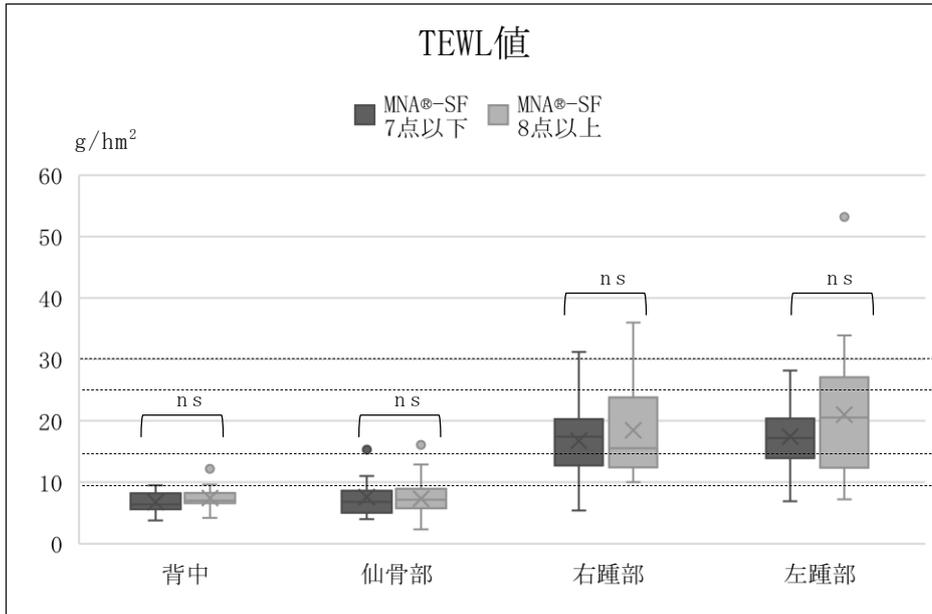


ns: not significant

背中・仙骨部・右踵部: 2標本 *t* 検定

左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 47 MNA[®]-SF 評価による真皮水分量の違い

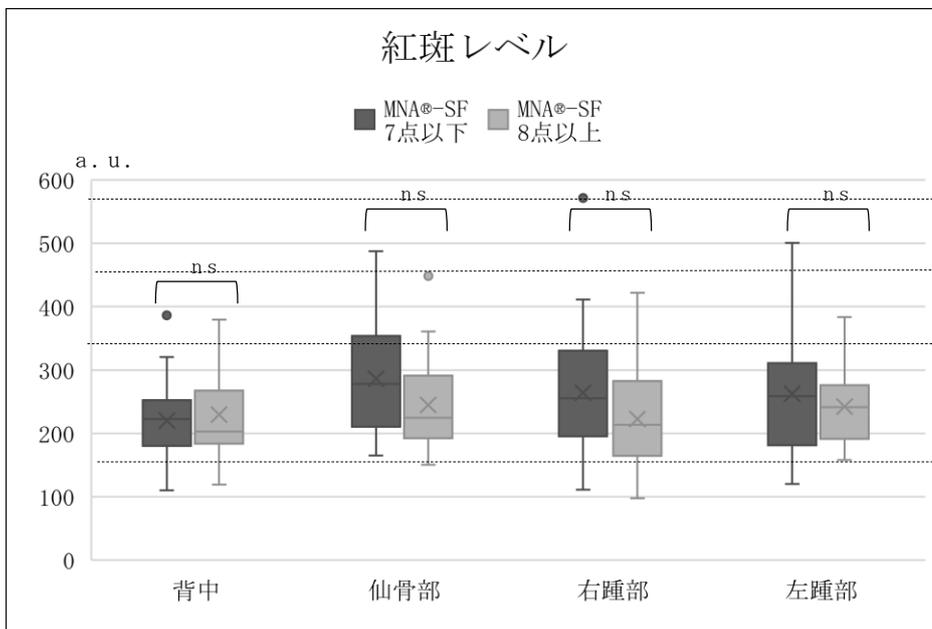


ns: not significant

背中: 2 標本 *t* 検定

仙骨部・右踵部・左踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 48 MNA®-SF 評価による TEWL 値の違い

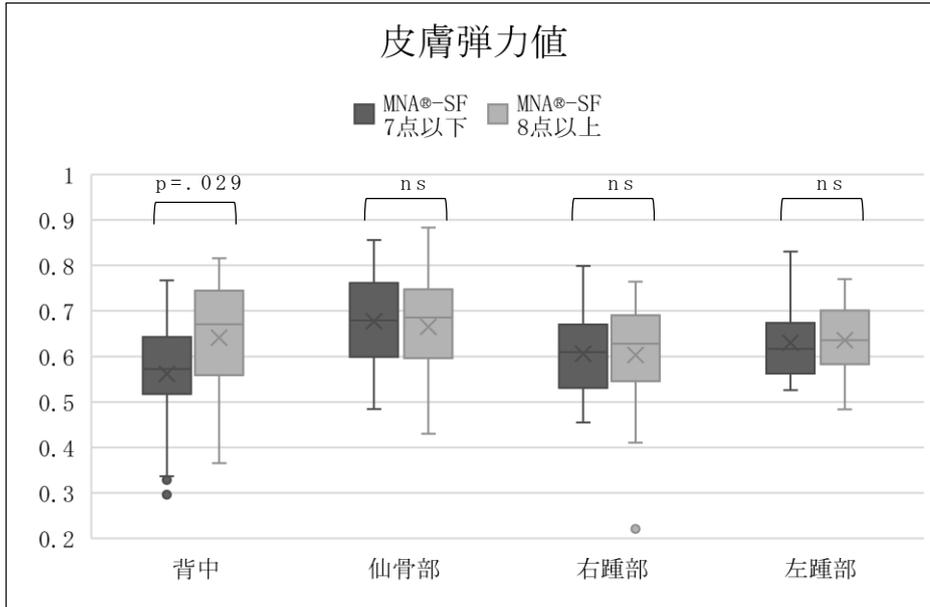


ns: not significant

右踵部・左踵部: 2 標本 *t* 検定

背中・仙骨部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 49 MNA®-SF 評価による紅斑レベルの違い

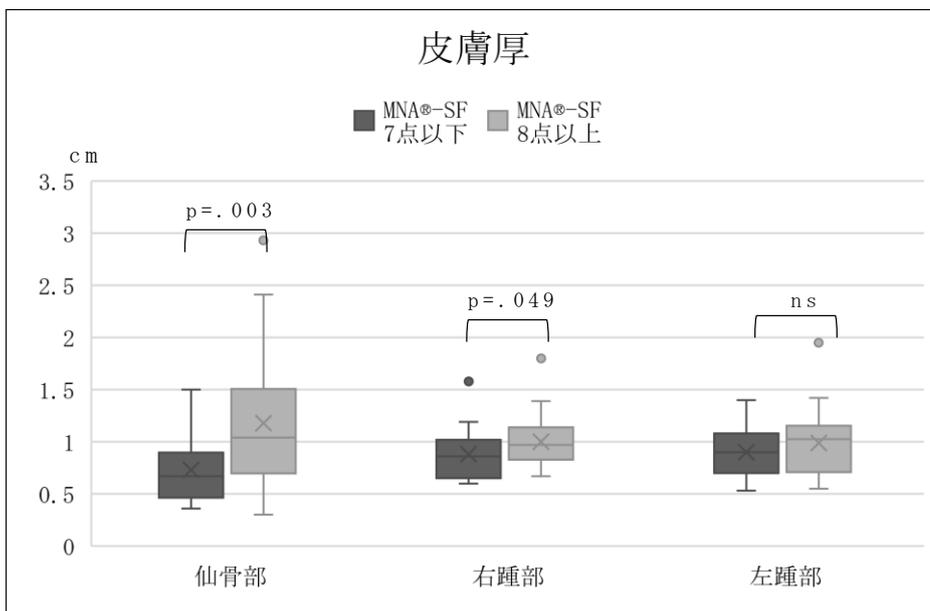


ns: not significant

背中・仙骨部・左踵部: 2標本 *t* 検定

右踵部: Mann-Whitney の *U* 検定

図 50 MNA[®]-SF 評価による皮膚弾力の違い



ns: not significant

全て: Mann-Whitney の *U* 検定

図 51 MNA[®]-SF 評価による皮膚厚の違い

5. 褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標値間の相関

各部位の皮膚生理学的指標値間の相関について、Shapiro-Wilk 検定を適用し正規性の検討をした後、正規性の有無により、Pearson の相関係数あるいは Spearman の順位相関係数にて相関を検討した。

1) 背中 of 皮膚生理学的指標値間の相関

背中において、角質水分量と真皮水分量との間に、中程度の正の相関（相関係数=.540、 $p < .001$ ）があった。それ以外は、皮膚温と紅斑レベルとの間には弱い正の相関があるのみであった。（表 40）

表 40 背中 of 皮膚生理学的指標値間の相関

		皮膚温	角質水分量	真皮水分量	TEWL 値	紅斑レベル
角質水分量	相関係数	.150				
	p-value	.285				
真皮水分量	相関係数	.117	.540**			
	p-value	.399	.000			
TEWL 値	相関係数	.074	.073	.128		
	p-value	.597	.602	.357		
紅斑レベル	相関係数	.314*	.171	.019	.035	
	p-value	.021	.221	.890	.804	
皮膚弾力	相関係数	-.167	.164	.159	.113	-.082
	p-value	.231	.244	.255	.420	.558

* $p < .05$ 、** $p < .01$

皮膚温、角質水分量、真皮水分量、皮膚弾力：Pearson の相関係数
紅斑レベル：Spearman の順位相関係数

2) 仙骨部 of 皮膚生理学的指標値間の相関

仙骨部において、角質水分量と真皮水分量との間に、中程度の正の相関（相関係数=.483、 $p < .001$ ）があった。また、皮膚温と真皮水分量、皮膚温と紅斑レベルとの間には弱い正の相関があった。皮膚厚と真皮水分量、皮膚厚と TEWL 値、皮膚厚と紅斑レベルとの間には弱い負の相関があった。（表 41）

表 41 仙骨部の皮膚生理学的指標値間の相関

		皮膚温	角質 水分量	真皮 水分量	TEWL 値	紅斑 レベル	皮膚 弾力
角質水分量	相関係数	.121					
	p-value	.389					
真皮水分量	相関係数	.347*	.483**				
	p-value	.012	.000				
TEWL 値	相関係数	.038	-.025	.061			
	p-value	.788	.857	.665			
紅斑レベル	相関係数	.278*	-.130	-.085	.042		
	p-value	.044	.353	.549	.765		
皮膚弾力	相関係数	.087	-.019	.102	.004	-.067	
	p-value	.538	.894	.477	.975	.639	
皮膚厚	相関係数	-.186	.049	-.284*	-.352**	-.286*	-.026
	p-value	.182	.727	.041	.010	.038	.853

*p<.05、**p<.01

皮膚温、真皮水分量、皮膚温間：Pearson の相関係数

上記以外：Spearman の順位相関係数

3) 右踵部の皮膚生理学的指標値間の相関

右踵部において、角質水分量と真皮水分量との間に、強い正の相関（相関係数=.812、p<.001）があった。また、真皮水分量と皮膚弾力との間に、中程度の正の相関（相関係数=.498、p<.001）があった。皮膚温と TEWL 値、角質水分量と皮膚弾力、TEWL 値と皮膚厚との間には弱い正の相関があった。（表 42）

表 42 右踵部の皮膚生理学的指標値間の相関

		皮膚温	角質水分量	真皮水分量	TEWL 値	紅斑レベル	皮膚弾力
角質水分量	相関係数	.141					
	p-value	.306					
真皮水分量	相関係数	.123	.812**				
	p-value	.372	.000				
TEWL 値	相関係数	.310*	-.133	-.107			
	p-value	.021	.332	.435			
紅斑レベル	相関係数	-.240	.219	.128	.248		
	p-value	.077	.109	.351	.068		
皮膚弾力	相関係数	-.007	-.330*	-.498**	.094	-.076	
	p-value	.962	.014	.000	.496	.582	
皮膚厚	相関係数	.240	-.154	-.253	.300*	-.067	-.036
	p-value	.078	.263	.062	.026	.626	.794

*p<.05、**p<.01

皮膚温、真皮水分量、皮膚弾力間：Pearson の相関係数

上記以外：Spearman の順位相関係数

4) 左踵部の皮膚生理学的指標値間の相関

左踵部において、角質水分量と真皮水分量との間に、中程度の正の相関（相関係数=.759、p<.001）があった。また、TEWL 値と皮膚厚との間に、中程度の正の相関（相関係数=.532、p<.001）があった。皮膚温と紅斑レベルには弱い負の相関があった。（表 43）

表 43 左踵部の皮膚生理学的指標値間の相関

		皮膚温	角質 水分量	真皮 水分量	TEWL 値	紅斑 レベル	皮膚 弾力
角質水分量	相関係数	.090					
	p-value	.515					
真皮水分量	相関係数	.203	.759**				
	p-value	.137	.000				
TEWL 値	相関係数	.178	-.179	-.088			
	p-value	.194	.190	.525			
紅斑レベル	相関係数	-.281*	.085	-.107	.016		
	p-value	.037	.537	.436	.906		
皮膚弾力	相関係数	.102	-.225	-.044	-.068	.024	
	p-value	.460	.098	.752	.624	.861	
皮膚厚	相関係数	.181	-.215	-.265	.532**	-.068	-.122
	p-value	.185	.115	.051	.000	.622	.373

*p<.05、**p<.01

皮膚温と皮膚弾力間：Pearson の相関係数

上記以外：Spearman の順位相関係数

III. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連

1. 褥瘡発生者数および褥瘡発生率

計測後1か月間の診療記録および看護記録から、NPUAP分類(NPUAP, 2014) Stage II以上の褥瘡発生の有無、部位および発生日の情報を収集した。計測した55人のうち、Stage II以上の褥瘡が発生したものは4人であった。(表44)

表 44 褥瘡発生率 (NPUAP 分類 Stage II 以上の褥瘡)

Stage II 以上の 褥瘡発生有り	Stage II 以上の 褥瘡発生無し	発生率 (%)
4人	51人	7.84

2. 褥瘡発生有患者における褥瘡の発生部位と時期

Stage II以上の褥瘡が発生した患者4人における、発生部位と発生時期を表45に示す。1人の患者が、仙骨部と右踵部の2か所に発生し、それ以外の患者はそれぞれ1か所に発生した。発生部位別にみると、仙骨部2個、右踵部2個、左踵部1個であった。それぞれの発生時期は、短いもので計測1日後、最長で16日後であった。

表 45 Stage II 褥瘡発生有患者 4 人の発生部位と発生時期

患者	発生部位			発生時期
	仙骨部	右踵部	左踵部	
1			○	2 日後
2		○		14 日後
3	○	○		仙骨部 9 日後、右踵部 1 日後
4	○			16 日後
合計	2 個	2 個	1 個	

3. 褥瘡発生の有無による患者情報および褥瘡危険因子保有状況の違い

Stage II 以上の褥瘡が発生した患者 4 人を褥瘡発生有患者、それ以外の患者 51 人を褥瘡発生無患者とし、患者情報および褥瘡危険因子保有状況に差があるか比較した。なお、褥瘡発生有患者が 4 人と少ないため、有意差がみられた項目には、効果量 (effect size) も算出した。

Stage II 以上の褥瘡発生の有無により、性別、疾患、褥瘡危険因子保有状況に差はなかった。(表 46)

表 46 褥瘡発生の有無による性別・疾患・褥瘡危険因子保有状況の違い

項目	褥瘡発生有 (n=4)		褥瘡発生無 (n=51)		p - value
	人	(%)	人	(%)	
性別	男	3 (75.0)	20 (39.2)		.192
疾患	精神障害あり	1 (25.0)	13 (25.5)		.735
	椎体外路障害あり	1 (25.0)	10 (19.6)		.602
	高血圧疾患あり	3 (75.0)	19 (37.3)		.170
	心疾患あり	2 (50.0)	10 (19.6)		.204
	脳血管疾患あり	3 (75.0)	35 (68.6)		.637
	筋障害あり	1 (25.0)	9 (17.6)		.563
その他	日常生活自立度 C	3 (75.0)	25 (49.0)		.319
	多汗あり	0 (0.0)	1 (2.0)		.927
	便失禁あり	4 (100.0)	39 (76.5)		.362
	尿失禁あり	3 (75.0)	47 (92.2)		.325
	浮腫あり	1 (25.0)	23 (45.1)		.409
	食事摂取：経口	2 (50.0)	32 (62.7)		.605
	食事摂取：経鼻栄養又は胃瘻	1 (25.0)	14 (27.5)		
	過去の褥瘡あり	1 (25.0)	10 (19.6)		.602

全て χ^2 test

血清 Alb 値について、褥瘡発生有患者の血清 Alb 値は 2.8 ± 0.5 g/dl、褥瘡発生無患者の血清 Alb 値は 3.4 ± 0.5 g/dl と、褥瘡発生有患者のほうが大幅に低かった ($p=.022$ 、effect size=-.30)。MNA[®]-SF 評価について、褥瘡発生有患者の MNA[®]-SF 評価は 4.5 ± 2.6 点、褥瘡発生無患者の MNA[®]-SF 評価は 8.2 ± 1.9 点と、褥瘡発生有患者のほうが大幅に低かった ($p=.007$ 、effect size=-.35)。(表 47)

表 47 年齢・BMI 値・血液検査値・BS 評価・MNA[®]-SF 評価による違い

項目	褥瘡発生有 (n=4)		褥瘡発生無 (n=51)		p-Value	effect size
	Mean±SD	Median	Mean±SD	Median		
年齢	88.3 ± 5.8	87.5	81.9 ± 10.0	83.0	.234	
BMI 値	17.5 ± 2.3	17.3	19.9 ± 3.6	20.2	.175	
血清 Alb 値 (g/dl)	2.8 ± 0.5	2.8	3.4 ± 0.5	3.5	.022*	-0.30
血清 TP 値 (g/dl)	6.3 ± 0.2	6.3	6.8 ± 0.7	6.8	.071	
赤血球数 (万個/mm ³)	366.5 ± 43.9	384.0	366.3 ± 82.7	375.0	.839	
Hb 値 (g/dl)	11.7 ± 1.8	11.7	11.7 ± 2.1	11.5	.963	
Hct 値 (%)	35.6 ± 5.1	35.7	35.7 ± 6.1	35.0	.913	
BS 評価	9.8 ± 2.6	10.0	12.5 ± 3.2	13.0	.083	
MNA [®] -SF 評価	4.5 ± 2.6	5.0	8.2 ± 1.9	8.0	.007**	-0.35

* $p < .05$ 、** $p < .01$

全て Mann-Whitney *U* 検定

4. 褥瘡発生の有無による皮膚生理学的指標値の違い

Stage II 以上の褥瘡が発生した褥瘡発生有患者 4 人と褥瘡発生無患者 51 人との間に、皮膚生理学的指標値に差があるか比較した。なお、褥瘡発生有患者が 4 人と少ないため、効果量 (effect size) も算出した。(図 52-図 58)

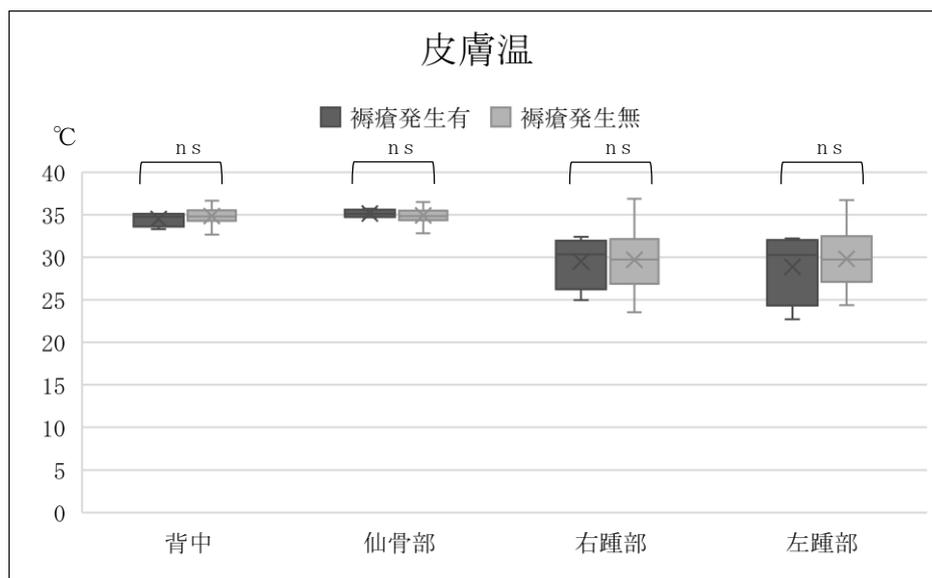
TEWL 値について、仙骨部において、褥瘡発生有患者の仙骨部 TEWL 値は 10.8 ± 4.1 g/hm²、褥瘡発生無患者の仙骨部 TEWL 値は 7.2 ± 2.7 g/hm² と、褥瘡発生有患者のほうが有意に高かった ($p=.042$ 、effect size=.28)。それらの TEWL 値は、機器の会社が示している「非常に良い状態」の基準値 $0-10$ g/hm²、あるいは、「良い状態」の基準値 $10-15$ g/hm² 範囲内であった。

紅斑レベルについて、仙骨部および両踵部において、褥瘡発生有患者の仙骨部紅斑レベルは 418.3 ± 53.1 a.u.、右踵部紅斑レベルは 417.9 ± 107.2 a.u.、左踵部紅斑レベルは 407.5 ± 102.8 a.u.、褥瘡発生無患者の仙骨部紅斑レベルは 251.7 ± 69.5 a.u.、右踵部紅斑レベルは 227.5 ± 74.2 a.u.、左踵部紅斑レベルは 239.3 ± 62.7 a.u. と、褥

瘡発生有患者のほうが、大幅に高かった（仙骨部 $p < .001$ 、effect size=.42、右踵部 $p < .001$ 、effect size=.41、左踵部 $p = .001$ 、effect size=.40）。褥瘡発生有患者の紅斑レベルは、どの部位も、機器の会社を示している「びまん性紅斑」の基準値 330-450a.u.の上限値であった。一方、褥瘡発生無患者の紅斑レベルは、どの部位も、機器の会社を示している「軽微な紅斑」の基準値 170-330a.u.の範囲であった。

皮膚弾力値について、仙骨部において、褥瘡発生有患者の仙骨部皮膚弾力値は 0.56 ± 0.09 、褥瘡発生無患者の仙骨部皮膚弾力値は 0.68 ± 0.11 と、褥瘡発生有患者のほうが有意に低かった（ $p = .046$ 、effect size=-.28）。

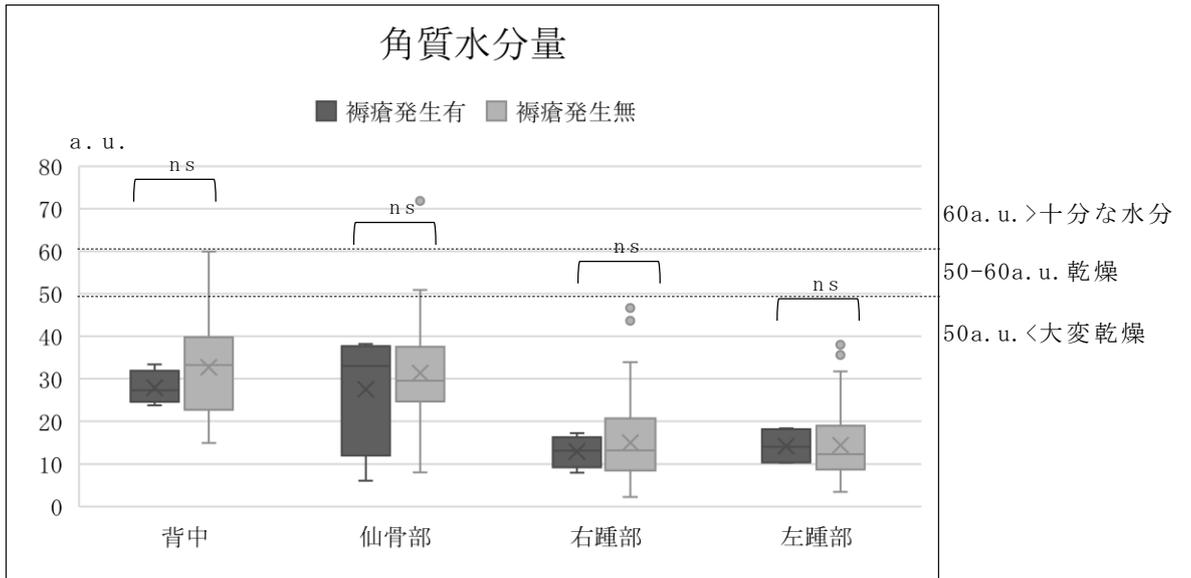
皮膚厚について、仙骨部において、褥瘡発生有患者の仙骨部皮膚厚は $0.51 \pm 0.23\text{cm}$ 、褥瘡発生無患者の仙骨部皮膚厚は $1.00 \pm 0.56\text{cm}$ と、褥瘡発生有患者のほうが極めて薄かった（ $p = .019$ 、effect size=-.31）。



ns: not significant

Mann-Whitney の U 検定

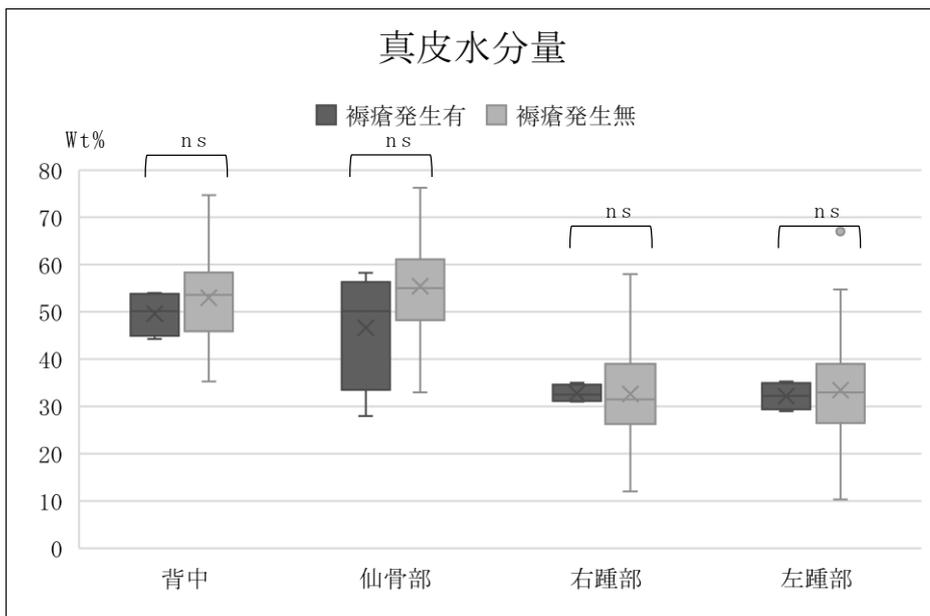
図 52 褥瘡発生の有無による皮膚温の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

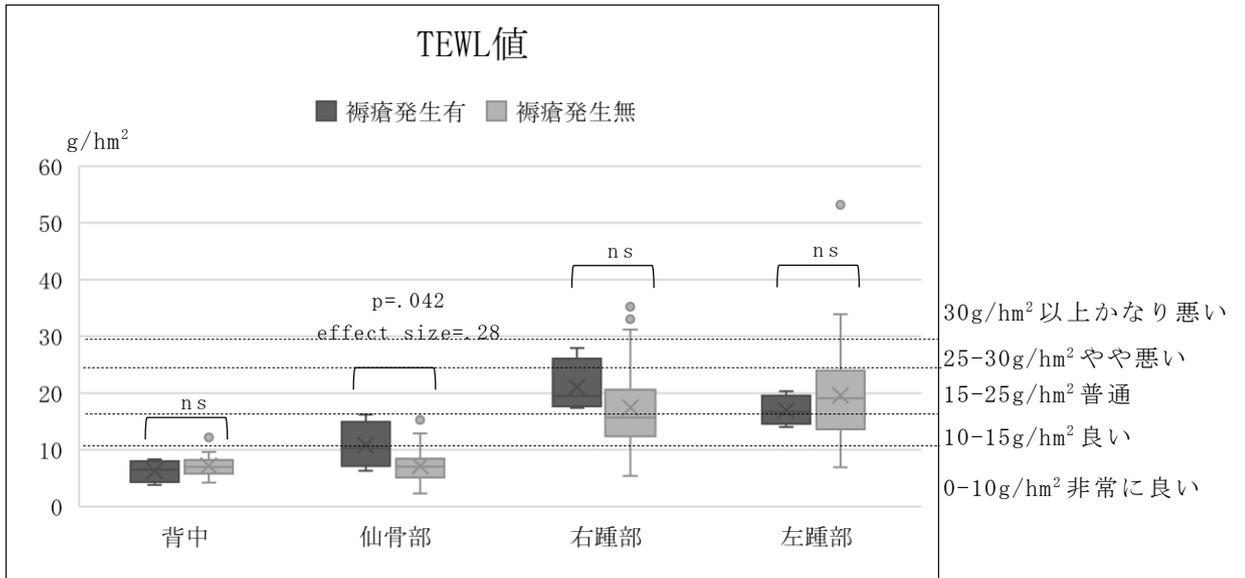
図 53 褥瘡発生の有無による角質水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

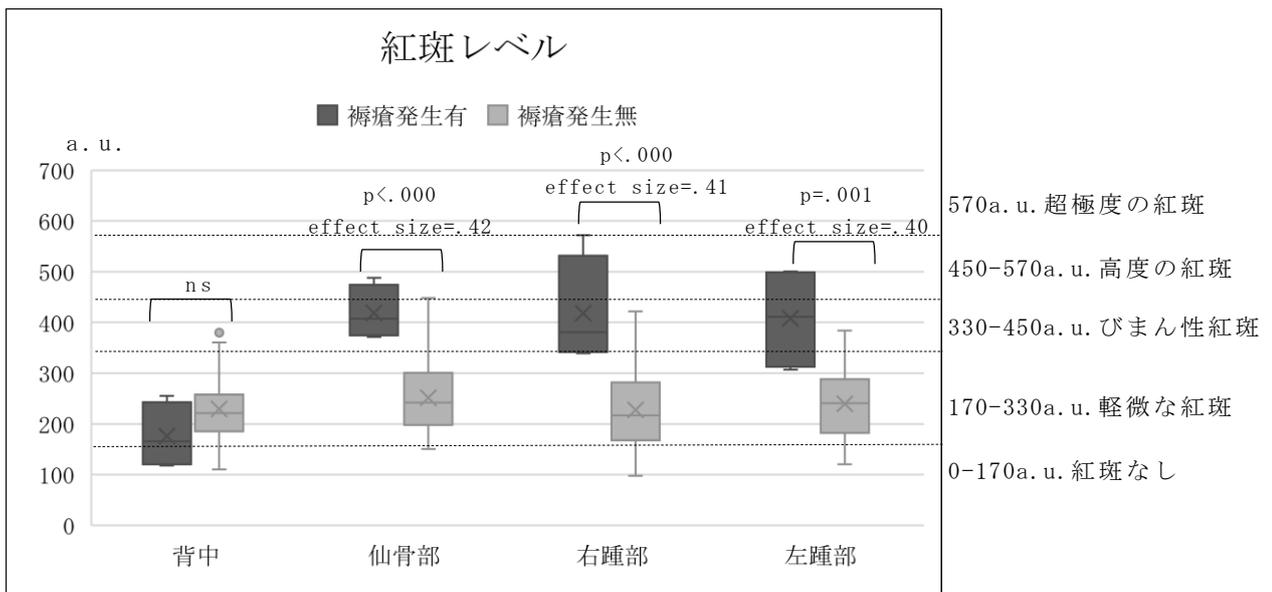
図 54 褥瘡発生の有無による真皮水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

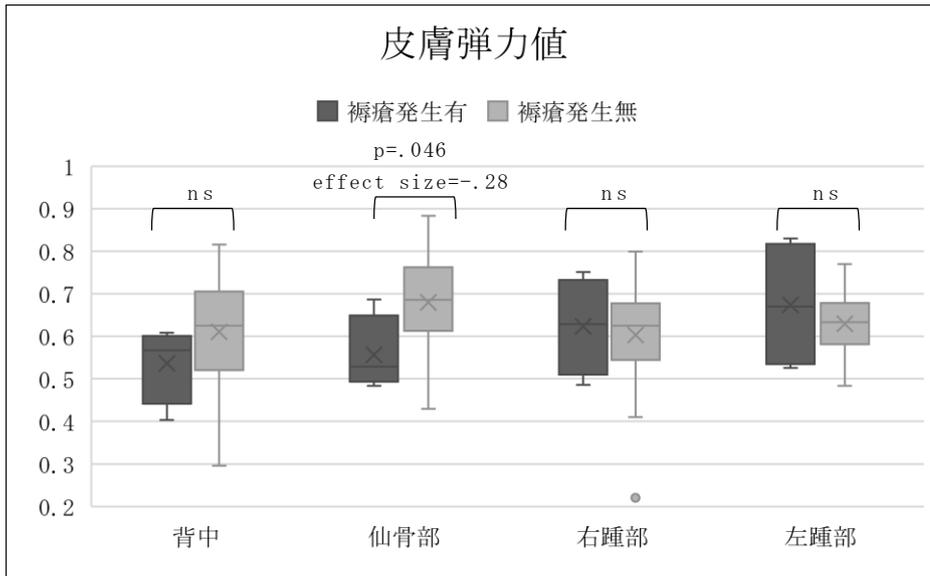
図 55 褥瘡発生の有無による TEWL 値の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

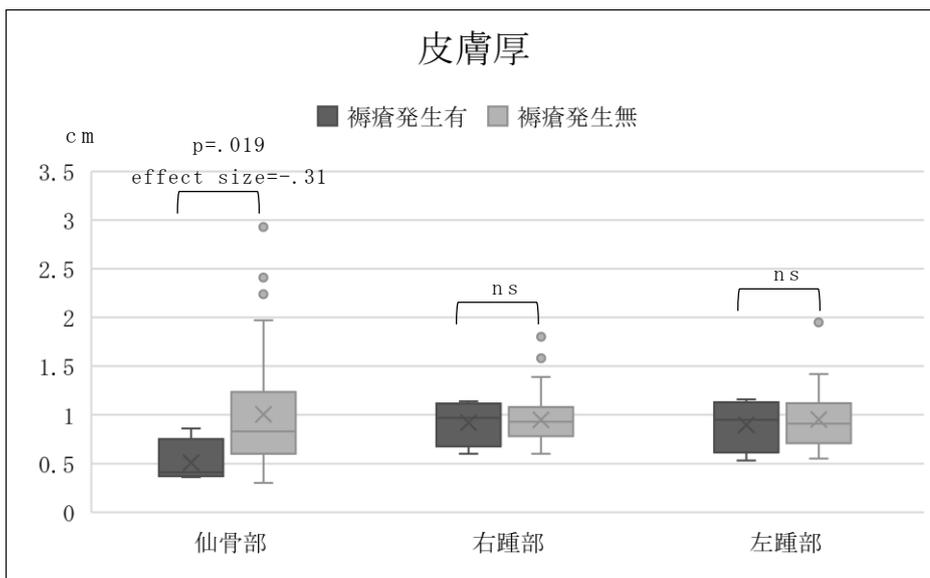
図 56 褥瘡発生の有無による紅斑レベルの違い



ns: not significant

Mann-Whitney の U 検定

図 57 褥瘡発生の有無による皮膚弾力値の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の U 検定

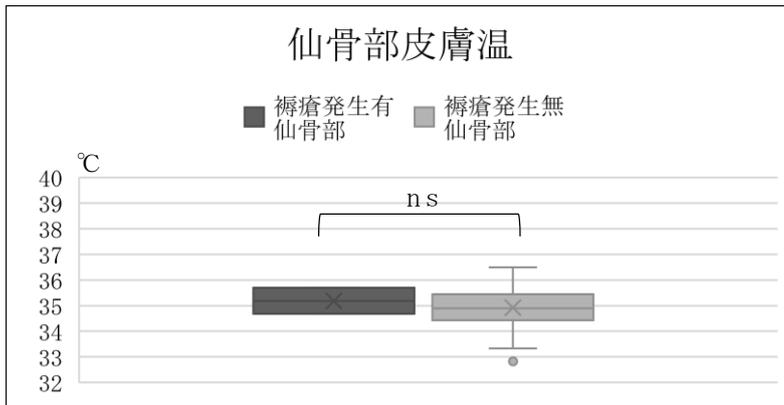
図 58 褥瘡発生の有無による皮膚厚の違い

5. 部位別の褥瘡発生の有無による皮膚生理学的指標値の違い

褥瘡発生があった2の仙骨部を褥瘡発生有仙骨部、褥瘡発生がなかった51(真皮水分量および皮膚弾力は50)の仙骨部を褥瘡発生無仙骨部とし、皮膚生理学的指標値に差があるか比較した。なお、褥瘡発生有仙骨部が2つと少ないため、効果量(effect size)も算出

した。(図 59-図 65)

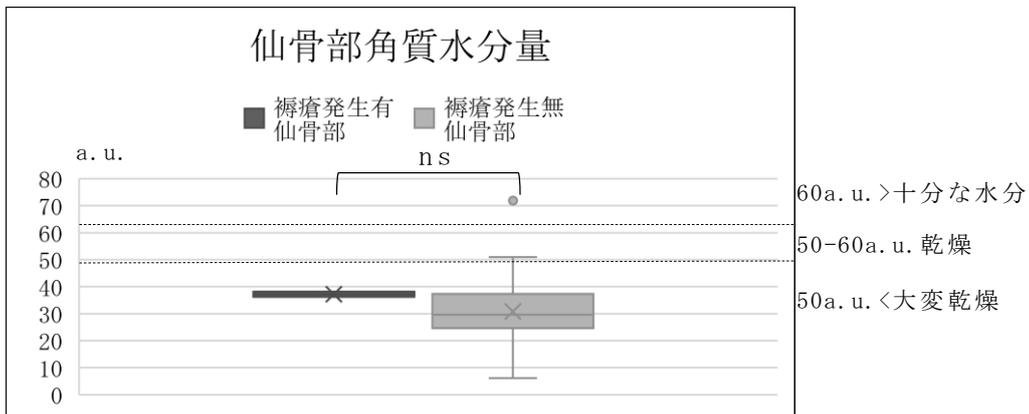
紅斑レベルについて、褥瘡発生有仙骨部の紅斑レベルは 429.6 ± 82.2 a. u.、褥瘡発生無仙骨部の紅斑レベルは 257.8 ± 74.7 a. u. と、褥瘡発生有仙骨部のほうが大幅に高かった ($p=.017$ 、effect size=.30)。褥瘡発生有仙骨部の紅斑レベルは、機器の会社が示している「びまん性紅斑」の基準値 $330-450$ a. u. の上限値であるが、褥瘡発生無仙骨部の紅斑レベルは、機器の会社が示している「軽微な紅斑」の基準値 $170-330$ a. u. の範囲内であった。それ以外の皮膚生理学的指標値に差はなかった。



ns: not significant

Mann-Whitney の U 検定

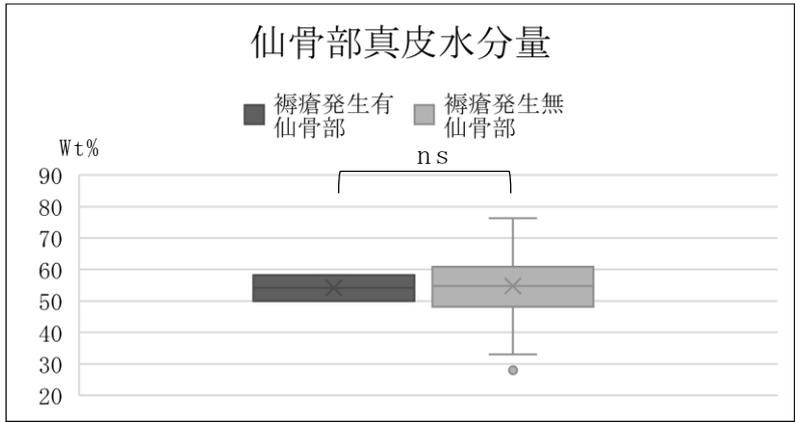
図 59 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部皮膚温の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の U 検定

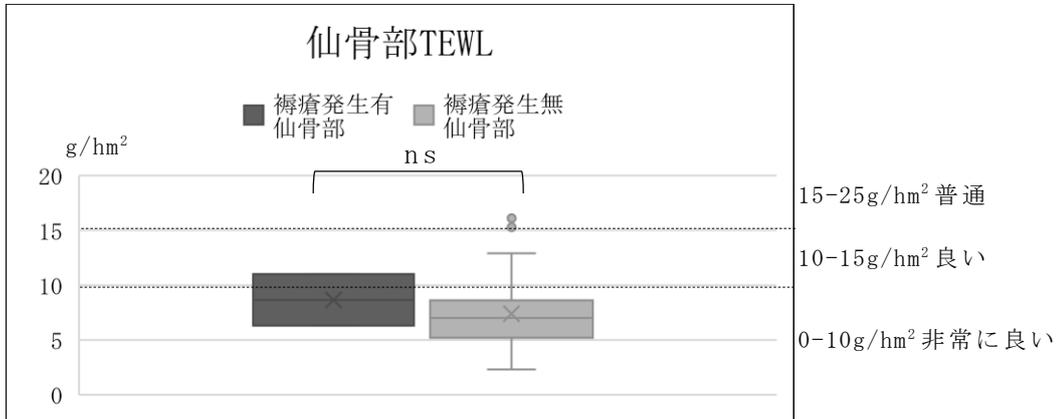
図 60 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部角質水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

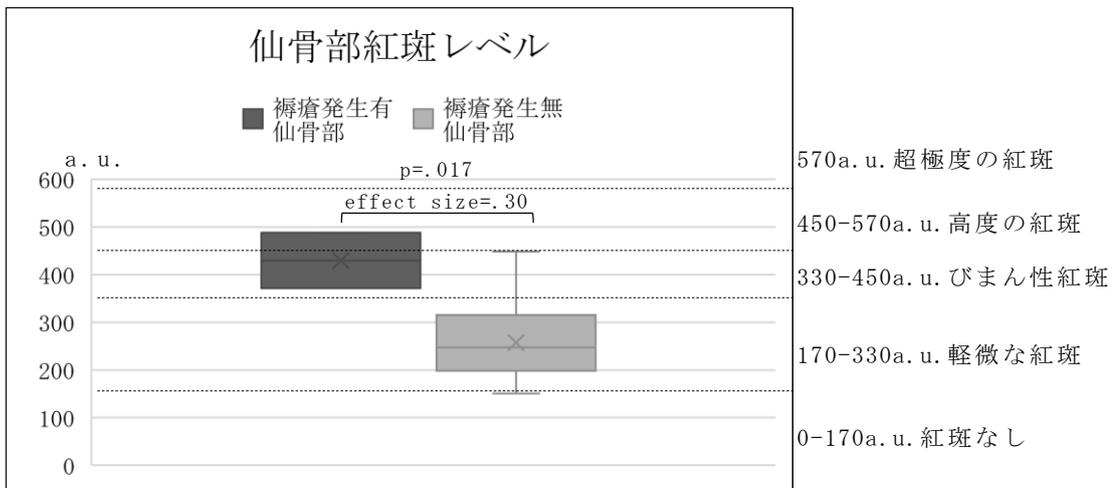
図 61 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部真皮水分量の違い



ns: not significant

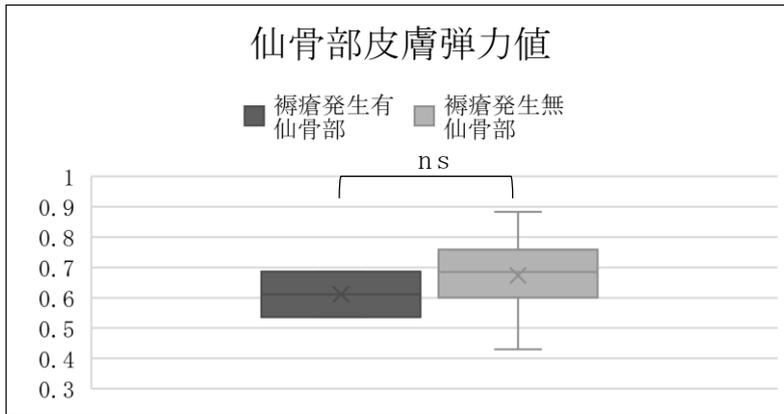
Mann-Whitney の *U* 検定

図 62 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部 TEWL 値の違い



Mann-Whitney の *U* 検定

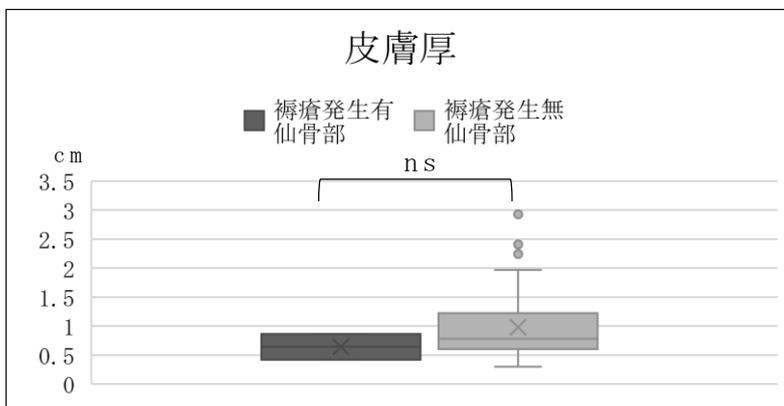
図 63 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部紅斑レベルの違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

図 64 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部皮膚弾力値の違い



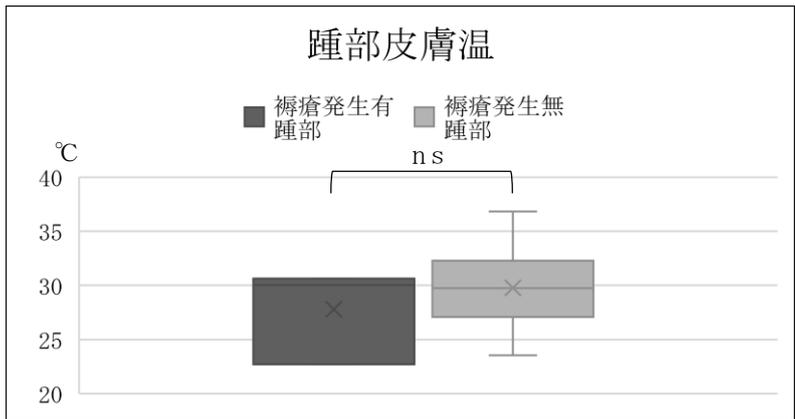
ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

図 65 仙骨部褥瘡発生の有無による仙骨部皮膚厚の違い

褥瘡発生があった 1 の右踵部および 2 の左踵部を合計した 3 の踵部を褥瘡発生有踵部、褥瘡発生がなかった 54 の右踵部および 53 の左踵部を合計した 107 の踵部を褥瘡発生無踵部とし、皮膚生理学的指標値に差があるか比較した。なお、褥瘡発生有踵部が 3 つと少ないため、効果量 (effect size) も算出した。(図 66-図 72)

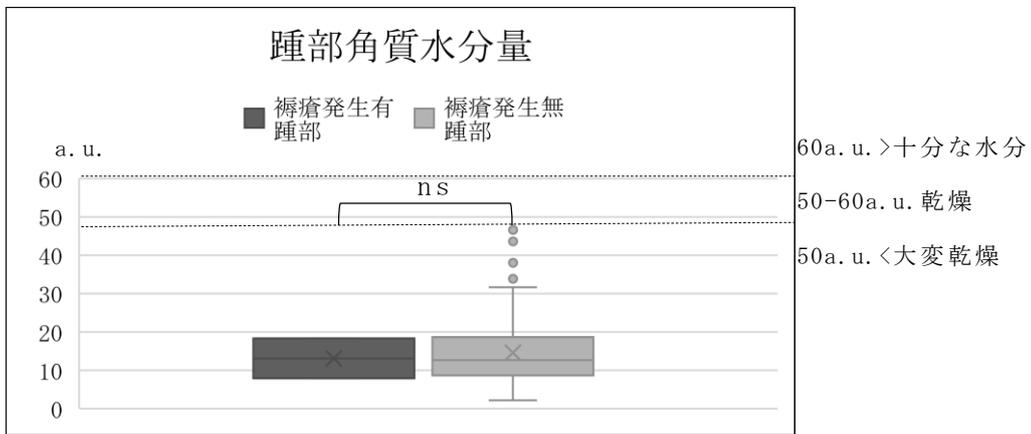
紅斑レベルについて、褥瘡発生有踵部の紅斑レベルは 470.4 ± 119.2 a.u.、褥瘡発生無踵部の紅斑レベルは 240.2 ± 75.0 a.u. と、褥瘡発生有踵部のほうが大幅に高かった ($p=.001$, effect size=.26)。褥瘡発生有踵部の紅斑レベルは、機器の会社が示している「高度の紅斑」の基準値 450-570 a.u. の範囲内であるが、褥瘡発生無踵部の紅斑レベルは、機器の会社が示している「軽微な紅斑」の基準値 170-330 a.u. の範囲内であった。それ以外の皮膚生理学的指標値に差はなかった。



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

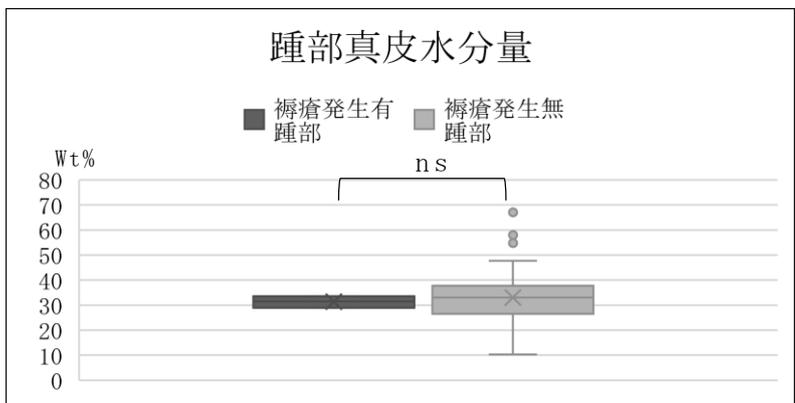
図 66 踵部褥瘡発生の有無による踵部皮膚温の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

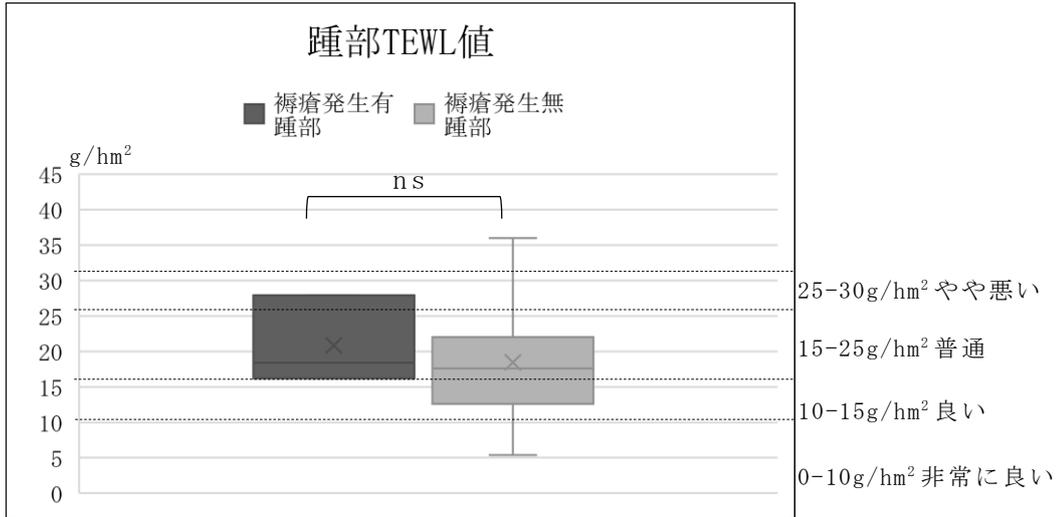
図 67 踵部褥瘡発生の有無による踵部角質水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

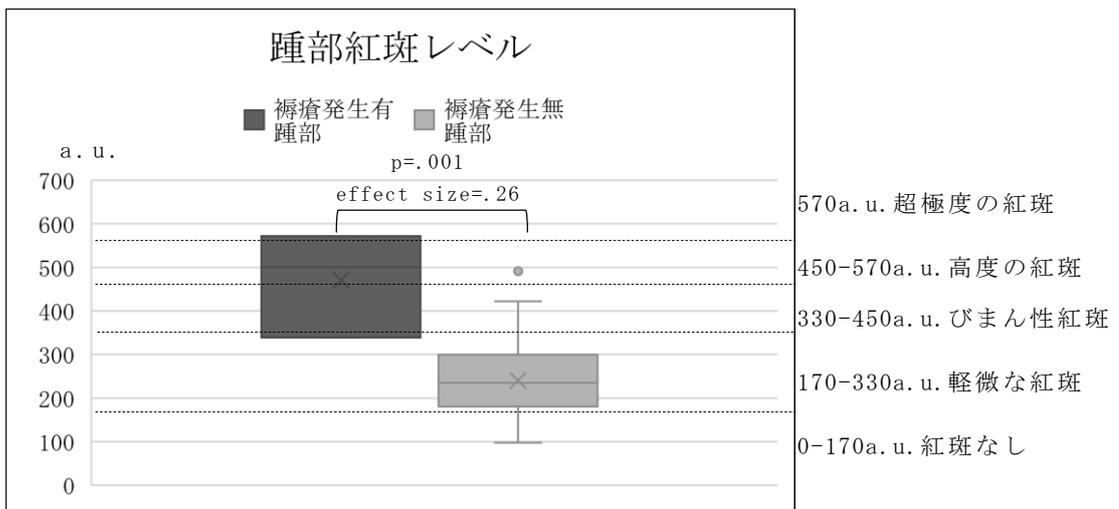
図 68 踵部褥瘡発生の有無による踵部真皮水分量の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

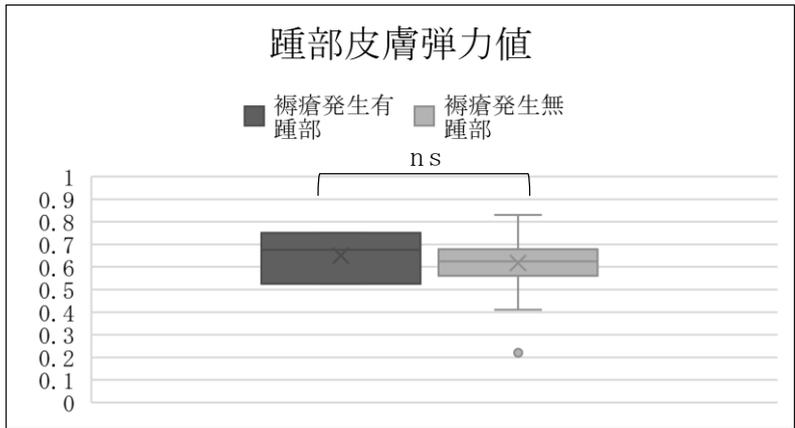
図 69 踵部褥瘡発生の有無による踵部 TEWL 値の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

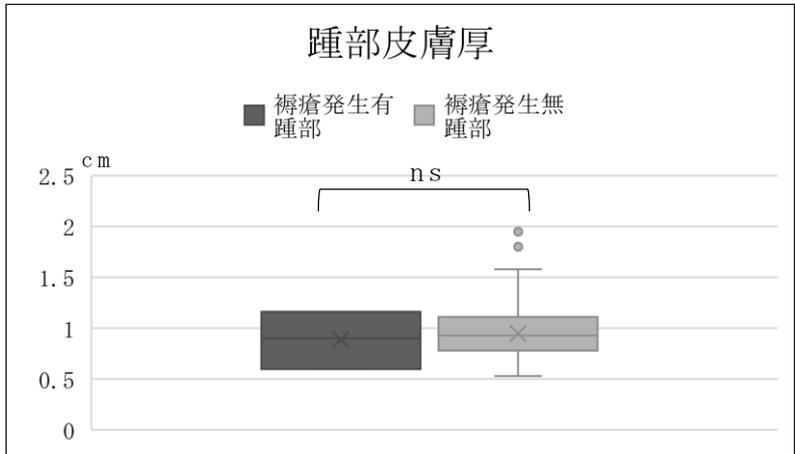
図 70 踵部褥瘡発生の有無による踵部紅斑レベルの違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

図 71 踵部褥瘡発生の有無による踵部皮膚弾力値の違い



ns: not significant

Mann-Whitney の *U* 検定

図 72 踵部褥瘡発生の有無による踵部皮膚厚の違い

6. 皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関連

褥瘡発生有患者と褥瘡発生無患者間の皮膚生理学的指標値の比較の結果から、皮膚生理学的指標値において、紅斑レベルの高値が Stage II の褥瘡発生の有無と関連があると考えられた。このことから、従属変数を「仙骨部褥瘡発生の有無」、独立変数を「仙骨部の紅斑レベル」、および、従属変数を「両踵部褥瘡発生の有無」、独立変数を「両踵部の紅斑レベル」とした、強制投入法による 2 項ロジスティック回帰分析をそれぞれ行った。

表 48 に示すように、従属変数を「仙骨部褥瘡発生の有無」、独立変数を「仙骨部の紅斑レベル」とした場合、モデル χ^2 の結果は $p < .01$ であったが、回帰式の係数は $p = .051$ と有意ではなかった。表 49 に

示すように、従属変数を「両踵部褥瘡発生の有無」、独立変数を「両踵部の紅斑レベル」とした場合、モデル χ^2 の結果は $p < .01$ 、回帰式の係数は、 $p = .005$ と有意のモデルが成立した。

表 48 皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関連：仙骨部

変数	偏回帰係数	p-value	オッズ比	オッズ比の 95% 信頼区間	
				下限値	上限値
仙骨部紅斑レベル	0.029	0.051	1.029	1.000	1.059
定数項	-13.280	0.029			

n=53

モデル χ^2 $p < .01$

Cox-Snell R2 乗 = .138

Nagelkerke R2 乗 = .504

判別の中率 98.1%

実測値に対して予測値が ± 3 標準偏差を超えるものはない

表 49 皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関連：両踵部

変数	偏回帰係数	p-value	オッズ比	オッズ比の 95% 信頼区間	
				下限値	上限値
踵部紅斑レベル	0.026	0.005*	1.026	1.011	1.042
定数項	-12.342	0.001			

n=110

モデル χ^2 $p < .01$

Cox-Snell R2 乗 = .130

Nagelkerke R2 乗 = .585

判別の中率 98.2%

実測値に対して予測値が ± 3 標準偏差を超えるものはない

Hosmer と Lemeshow の検定 $p = .927$

第 5 章 考察

I. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴

本研究では、特に、褥瘡発生リスクの高い高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値を示すことができた。先行研究において、年代別の様々な部位の皮膚生理学的指標値を明らかにした研究^{109,110)}があるが、褥瘡好発部位は計測していない。Scheel-Sailer, et⁹⁰⁾が、仙骨部の皮膚生理学的指標値を明らかにしているが、対象は若い健康な人である。さらに、Fiedler, et¹¹¹⁾が、高齢患者の大転子部および仙骨部の皮膚生理学的指標値を明らかにしているが、対象者の平均 BS 値は男性 20.0 ± 2.6 点、女性 20.7 ± 2.5 点、平均 BMI 値は男性 27.5 ± 3.9 、女性 26.6 ± 4.5 である。本研究の対象者が平均 BS 値 12.3 ± 3.2 点、平均 BMI 値 19.7 ± 3.6 であるため、褥瘡発生リスクがより高い高齢者であったといえる。これらより、本研究は、褥瘡発生リスクの高い高齢患者に特化した、褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標値を提示できたといえ、意義は大きい。

本研究で得られた、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴について、高齢患者と健康な 20 代女性との比較、および、高齢患者の基本情報および褥瘡危険因子にかかわる情報との関係の側面から考察していく。

1. 角質水分量、真皮水分量および TEWL 値の特徴

角質水分量について、本研究では、高齢患者および健康な 20 代女性ともに、各部位の角質水分量は、機器の会社が示している「大変乾燥」の基準値 50a. u. 未満であった。高齢患者において、右踵部角質水分量は 14.8 ± 9.1 a. u.、左踵部角質水分量は 14.4 ± 8.3 a. u. と、両踵部の角質水分量は極めて少なかった。高齢患者における褥瘡危険因子の保有状況との関係では、どの部位も角質水分量と年齢、BMI、血液検査値などとの相関関係は認めなかった。唯一、浮腫の有無により両踵部角質水分量に有意差がみとめられたが、その差は両踵部ともに約 3 a. u. しかなかった。つまり、褥瘡発生リスクの高い高齢患者において、褥瘡危険因子の保有状況にかかわらず、褥瘡好発部位の皮膚は乾燥しており、特に踵部の乾燥が著明であることが明らかとなった。

皮膚バリア機能を示す TEWL 値について、本研究では、高齢患者の背中および仙骨部 TEWL 値は、機器の会社が示している「非常に良い状態」の基準値 $0-10 \text{g/hm}^2$ の範囲内であり、両踵部 TEWL 値は、機器の会社が示している「普通の状態」の基準値 $15-25 \text{g/hm}^2$ の範囲内であった。高齢患者における褥瘡危険因子の保有状況との関係では、貧血の指標と弱い負の相関が認められるのみであった。TEWL 値は、

経皮水分蒸散量であるため、細胞間脂質の不足により皮膚が乾燥すると、TEWL 値は上昇する。つまり、褥瘡発生リスクの高い高齢患者において、褥瘡好発部位の皮膚は乾燥し、特に、踵部は著明な乾燥状態であるものの、どの部位も、皮膚バリア機能は比較的よい状態を保っていること、褥瘡危険因子の保有状況にも影響を受けないことが明らかとなった。一方、本研究における健康な 20 代女性において、背中および仙骨部 TEWL 値は、機器の会社が示す「よい状態」あるいは「非常によりよい状態」であったが、両踵部 TEWL 値は、機器の会社が示している「かなり悪い状態」の基準値 $30\text{g}/\text{hm}^2$ 以上であった。TEWL は、エクリン汗腺の活動に影響を受け、手の平、足の裏、額でより高い値が観察される¹⁰⁹⁾。このことから、健康な 20 代女性における両踵部 TEWL 値の高値については、皮膚バリア機能の低下ではなく、エクリン汗腺の活動の影響によるものといえる。

真皮水分量について、本研究において真皮水分量の計測には、MoistureMeterD Compact®を使用した。この機器を用いて計測した研究は、Bakar, et¹¹²⁾の研究のみであり、彼らの研究では、リンパ浮腫のある患者とない患者に対し、前腕部の真皮水分量を計測し、リンパ浮腫なしの前腕部真皮水分量は、リンパ浮腫ありの前腕部真皮水分量に比べ少ないことを報告している。一方、本研究では、高齢患者において、浮腫の有無による真皮水分量の差は、左踵部しかなく、しかも、浮腫有患者のほうが有意に少なかった。また、褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標値間の相関結果では、各部位の角質水分量と真皮水分量は、強い相関あるいは中程度の相関がみられた。MoistureMeterD Compact®は、皮膚表面からおおよそ 2.0-2.5mm の水分量が測定でき、皮膚表面から真皮および皮下組織の水分量について、角質での水分変化にほとんど影響されることなく測定できるとされている。しかし、本研究結果からは、真皮水分量として表示された値は、角質水分量の値を反映したものととらえることが適当といえる。

これらより、高齢患者の褥瘡好発部位における、角質水分量と皮膚バリア機能の特徴として、褥瘡危険因子の保有状況にかかわらず、全身の皮膚は乾燥し、特に踵部の乾燥が著明であるが、どの部位も皮膚バリア機能は比較的よい状態を保っていることがあげられる。

2. 皮膚弾力値の特徴

背中の皮膚弾力値について、本研究では、高齢患者の背中皮膚弾力値は、健康な 20 代女性の背中皮膚弾力値に比べ有意に低かった。さらに、高齢患者において、背中皮膚弾力値は、血清 Alb 値との間に中程度の正の相関がみられ、MNA®-SF 評価 7 点以下の「低栄養」と評価された患者のほうが、MNA®-SF 評価 8 点以上の「低栄養のお

それあり」および「栄養状態良好」と評価された患者よりも有意に低かった。Cutometer® MPA580を用いて、高齢者の皮膚が若者の皮膚に比べ皮膚弾力が低下していることはすでに明らかにされている¹⁰³⁻¹⁰⁵⁾が、本研究結果より、褥瘡発生リスクの高い高齢患者の背中皮膚弾力値は、加齢に加え栄養状態の影響も受け、皮膚弾力の値が低下することが明らかとなった。

また、仙骨部皮膚弾力値も、本研究では、高齢患者のほうが健康な20代女性に比べ有意に低かった。しかし、高齢患者の仙骨部皮膚弾力値は、血清 Alb 値との間に弱い正の相関がみられるのみで、MNA®-SF 評価による比較では差がなかった。このように、仙骨部皮膚弾力値については、加齢の影響を受けることは明らかであるが、栄養状態の影響を受けるとは言い切れない結果となった。しかし、Fiedler, et¹¹¹⁾の研究と比較すると、栄養状態の影響を受けないとまでは言い切れない。彼らの研究でも、高齢患者に対し、Cutometer® MPA580にて皮膚弾力値を計測しており、仙骨部皮膚弾力値は、男性 0.76、女性 0.77（論文中には標準偏差の記載なし）と、本研究における高齢患者よりも高かった。彼らの研究における高齢患者の BMI 値も、男性 27.5 ± 3.9 、女性 26.6 ± 4.5 と、本研究における高齢患者よりも高かった。彼らの研究では、栄養評価に MNA®を使用しており（本研究で使用した MNA®-SF に 12 の問診項目を加えたもの）、男性 22.1 ± 2.6 点、女性 22.3 ± 0.3 点と、男性および女性ともに、「低栄養のおそれあり」の基準値 17~23.5 点の上限値であった。本研究では、MNA®の 6 つの予診項目のみである MNA®-SF を使用したため厳密な比較はできないが、本研究における高齢患者の平均 MNA®-SF 評価は、「低栄養のおそれあり」と評価される下限値であった。つまり、本研究における高齢患者は、Fiedler, et¹¹¹⁾の研究の対象者に比べ、低栄養状態であったといえる。コラーゲンの合成および細胞外基質の産生が減少し、異化や分裂が促進され、真皮の張力や弾性は低下する²⁷⁾。つまり、仙骨部皮膚弾力値も、栄養状態の影響を少なからず受けるといえる。

両踵部皮膚弾力値は、高齢患者と健康な20代女性との間に差はなく、褥瘡危険因子にかかわる情報との関係も認められなかった。

これらより、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚弾力値の特徴として、背中皮膚弾力値は、加齢の影響と栄養状態の影響を受け低下していることがあげられる。また、仙骨部皮膚弾力値は、加齢の影響に加え、栄養状態の影響も少なからず受け低下しているということがあげられる。

3. 皮膚厚の特徴

仙骨部皮膚厚について、本研究では、高齢患者の仙骨部皮膚厚は、

健康な 20 代女性の仙骨部皮膚厚に比べ、有意に薄かった。また、高齢患者の仙骨部皮膚厚は、BMI 値と中程度の正の相関は認められるが、血清 Alb 値と弱い正の相関であり、血清 TP 値とは相関は認められなかった。MNA®-SF 評価による比較では、7 点以下の「低栄養」と評価された高齢患者のほうが、MNA®-SF 評価 8 点以上の「低栄養のおそれあり」および「栄養状態良好」と評価された患者に比べ、仙骨部皮膚厚は有意に薄かった。MNA®-SF 評価は、BMI 値が項目の 1 つにあるため、MNA®-SF 評価は BMI 値の影響を受ける。つまり、本研究において、褥瘡発生リスクの高い高齢患者の仙骨部皮膚厚は薄く、BMI 値の影響を大きく受けることが明らかになった。Schubert, et al.⁸⁸⁾の研究でも、褥瘡保有高齢患者の仙骨部皮膚厚は薄いこと、それらの患者は、BMI 値と相関があったことを報告している。加齢により、線維芽細胞は減少し、真皮のコラーゲン、エラスチンおよびプロテオグリカンの減少の結果、皮膚の菲薄化が起き²⁶⁾皮下組織も非常に薄くなる²⁸⁾。これらより、褥瘡発生リスクの高い高齢患者は、加齢に加え低 BMI 値の影響も受け、仙骨部皮膚厚は薄いといえる。

踵部皮膚厚について、本研究における高齢患者の両踵部皮膚厚は、BMI 値と中程度の正の相関があり、性差では、男性のほうが女性に比べ有意に厚かったことから、踵部の皮膚厚も BMI と関係があるようにみえる。しかし、本研究における高齢患者と健康な 20 代女性との比較では、両者の BMI 値に大きな差があるにもかかわらず、右踵部皮膚厚の差は約 0.07cm と小さく、左踵部皮膚厚では有意差は認められなかった。本研究で計測した踵部皮膚厚は、踵骨における踵骨隆起から表皮までの厚さである。踵骨隆起付近には筋組織はなく、また、体重の増加で脂肪が増える場所でもない。このことから、踵部皮膚厚は、加齢や褥瘡危険因子の保有状況に影響は受けないということも明らかとなった。

これらより、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚厚の特徴として、加齢の影響に加え低 BMI 値の影響も受け、仙骨部の皮膚厚は薄いということがあげられる。

4. 皮膚温および紅斑レベルの状態

皮膚温について、本研究では、高齢患者の全部位の皮膚温は、健康な 20 代女性の全部位の皮膚温に比べ有意に高かった。Kleesz, et al.¹¹⁰⁾の研究では、平均年齢約 41 歳の男女 125 人に対し、身体 16 か所の皮膚温を測定しており、対象者の背中の皮膚温の平均値は約 32 度、土踏まずの皮膚温の平均値は 27.6 度であり、本研究における健康な 20 代女性の背中および両踵部皮膚温と、大きく異なることから、本研究における健康な 20 代女性の皮膚温の低さは、異常な状態ではないといえる。本研究における高齢患者は、障害高齢

者の日常生活自立度において、準寝たきり、寝たきりの患者がほとんどであり、掛物をかけ臥床時間の長い生活を過ごしていた。このことから、高齢患者と健康な 20 代女性との皮膚温の違いは、生活や環境による影響を受けていると考える。しかし、本研究における高齢患者の両踵部皮膚温は、年齢と中程度の負の相関があり、超高齢の患者集団であれば、異なる結果になる可能性がある。

紅斑レベルについて、本研究では、高齢患者の背中および仙骨部紅斑レベルは、健康な 20 代女性の背中および仙骨部紅斑レベルに比べ、有意に高かったが、機器の会社が示している「軽微な紅斑レベル」であった。両踵部についても、高齢患者および健康な 20 代女性ともに、機器の会社が示している「軽微な紅斑レベル」であった。高齢患者において、便失禁の有無により仙骨部紅斑レベルに有意差があったが、「軽微な紅斑レベル」であった。つまり、褥瘡発生リスクの高い高齢患者における紅斑レベルは、どの部位も、褥瘡危険因子の保有状況にかかわらず、「軽微な紅斑レベル」であることが明らかとなった。Mexameter®MX18 を使用した、Firooz, et¹⁰⁹⁾ のイラン人を対象とした研究では、背中の紅斑レベルは 331.94 ± 62.23 a. u. であり、本研究の対象者より高く、また、Scheel-Sailer, et⁹⁰⁾ のスイス人を対象とした研究では、仙骨部紅斑レベルは 163.2 ± 48.3 a. u. であり、本研究の対象者より低い。皮膚色は、人種による違いがある¹¹⁰⁾¹¹³⁾。このことから、褥瘡発生リスクの高い高齢患者において、褥瘡好発部位にかかわらず、どの部位の皮膚も「軽微な紅斑レベル」であるが、それは、異常な皮膚状態ではなく、人種による影響を受けているといえる。

このことより、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚温の特徴はいまだ明らかではなく、紅斑レベルについては、褥瘡好発部位どの部位の皮膚も「軽微な紅斑レベル」であるが、それは、異常な皮膚状態ではないといえる。

II. 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連

1. 紅斑レベルとの関係

本研究では、Stage II の褥瘡が発生した仙骨部および両踵部において、皮膚生理学的指標値の中で紅斑レベルのみ、有意に高値であった。Stage II の褥瘡が発生した仙骨部紅斑レベルは 429.6 ± 82.2 a. u.、両踵部紅斑レベルは 470.4 ± 119.2 a. u. と、機器の会社が示している「びまん性紅斑」の基準値 $330 \sim 450$ a. u. の上限、あるいは、「高度の紅斑」の基準値 $450 \sim 570$ a. u. の範囲にあった。2 項ロジスティック回帰分析において、両踵部について、紅斑レベルと Stage II の褥

瘡発生との間に有意な関係があった（オッズ比=1.026、 $p=.005$ ）。このことから、踵部について、紅斑レベルの高値が、Stage II の褥瘡発生に先行して起こることが明らかとなった。仙骨部については、紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との間は、少なからずも関係がある（オッズ比=1.026、 $p=.051$ ）という結果となった。

Scheel-Sailer, et¹¹⁴⁾の研究でも、仙骨部の Stage I（消失しない紅斑の状態）の褥瘡について、脊損患者の紅斑レベルを Mexameter®MX18 を用いて計測しており、Stage I の褥瘡部分の紅斑レベルは 595.5a.u.（中央値）と、褥瘡がない部分の皮膚、褥瘡がない患者および健康な患者の皮膚の紅斑レベルよりも高値であることを報告している。紅斑レベルを計測する Mexameter®MX18 は、皮膚中のメラニン含有量およびヘモグロビン含有量（紅斑）をターゲットとして測定する。本研究で観察された紅斑レベルの上昇は、褥瘡形成の過程において、毛細血管や小静脈の拡張が生じ赤血球がうっ血して、消失しない紅斑が生じるという組織病理学的所見¹¹⁴⁾を示すものといえる。このことから、紅斑レベルの高値は、真皮層の血管の変化を表しており、Stage I の確実な判定だけでなく、真皮層まで及んだ潰瘍である Stage II の褥瘡発生を予測できるといえる。

2. 皮膚温、角質水分量および TEWL 値との関係

皮膚温について、先行研究でも褥瘡発生との関連は明らかになっていない⁸⁶⁾が、角質水分量および TEWL 値のような皮膚バリア機能と褥瘡発生との関連については、He, et¹³⁾の研究や Sanada, et¹²⁾の研究では明らかにされている。本研究では、Stage II 以上の褥瘡発生有患者と発生無患者との間に、各部位の皮膚温および角質水分量の差はなかった。唯一、仙骨部 TEWL 値のみ有意差があったが、機器の会社が示している「非常に良い状態」の基準値 0-10g/hm² の範囲内であった。また、褥瘡発生部位で比較しても、皮膚温、角質水分量および TEWL 値に差はなかった。つまり、本研究では、皮膚温、角質水分量および TEWL 値は、褥瘡発生と関連があるといえないことが明らかとなった。

脆弱な皮膚の状態が、摩擦やずれをより大きくし、皮膚や皮下組織への傷害をもたらす³⁰⁾とされている。本研究における高齢患者も、全部位の皮膚は乾燥していたが、褥瘡発生の有無で角質水分量に差はなかったことから、角質水分量は褥瘡形成過程では変化せず、角質水分量の低下や上昇は脆弱な皮膚の状態を示す指標として扱うものといえる。TEWL 値については、皮膚の血流や皮膚温、角質層の脂質量で多様な値をとるとされ¹⁰⁹⁾、研究によって多様な値が報告されている。したがって、TEWL 値を用いて、褥瘡リスクのある皮膚状態を評価することは難しい。このことから、皮膚温、角質水分量お

よび TEWL 値は、褥瘡発生を予測する因子として活用することは難しいといえる。

3. 真皮水分量との関係

真皮水分量について、紅斑および Stage I の褥瘡という肉眼的な変化が見られる段階から真皮は傷害を受け⁴⁶⁾、組織浮腫を伴う炎症性変化は、皮膚破壊が起こる 3 から 10 日前に起こる^{84, 85)}ことから、真皮水分量は上昇するはずである。しかし、本研究では、計測 1 日後から 16 日後までに Stage II の褥瘡が発生したにも関わらず、褥瘡発生有部位と発生無部位との間に、真皮水分量の差はなかった。Bates-Jensen, et al.^{11, 79)}は、紅斑および Stage I の褥瘡では、表皮下水分量はより高い値を示すこと、表皮下水分量は 1 週間後の紅斑および Stage I の褥瘡発生を予測することを明らかにしているが、本研究では異なる結果となった。本研究で使用した、MoistureMeterD Compact®は、皮膚表面からおおよそ、2.0-2.5mm の水分量が測定でき、皮膚表面から真皮および皮下組織の水分量について、角質での水分変化にほとんど影響されることなく測定できるとされている。表皮は 0.2mm、真皮は 2-3mm であるため、本来であれば真皮の水分量を反映できるはずであるが、本研究において、各部位の角質水分量と真皮水分量に、中程度の正の相関がみられており、これは、浅い部分の水分量を反映した値と考えられる。今後、より深い部分の水分量を計測できる機器の使用が必要といえる。

4. 皮膚弾力および皮膚厚との関係

仙骨部皮膚弾力値について、本研究では、褥瘡発生部位にかかわらず、褥瘡発生有患者の仙骨部皮膚弾力値は、褥瘡発生無患者の仙骨部皮膚弾力値に比べ有意に低かった。また、仙骨部皮膚厚についても、褥瘡発生部位にかかわらず、褥瘡発生有患者の仙骨部皮膚厚は、褥瘡発生無患者の仙骨部皮膚厚に比べ有意に薄かった。一方、褥瘡発生有仙骨部と褥瘡発生無仙骨部との間、褥瘡発生有踵部と褥瘡発生無踵部との間には、皮膚弾力値および皮膚厚に差は認められなかった。つまり、本研究結果より、褥瘡発生部位にかかわらず、褥瘡が発生する高齢患者の仙骨部皮膚弾力値は低く、仙骨部皮膚厚が薄いということが明らかになった。

Scheel-Sailer, et al.¹¹⁴⁾の研究では、本研究と同様に、Cutometer®MPA580 を用いて皮膚弾力値を計測しており、Stage I の褥瘡がある脊椎損傷患者の褥瘡部分と褥瘡のない健康な皮膚、褥瘡がない脊椎損傷患者の皮膚、健康な人の皮膚、これらの中で、皮膚弾力値に差がなかったことを報告している。つまり、皮膚弾力値は、褥瘡発生という皮膚変化の影響を受けにくいといえる。また、彼らの研究における対象者の BMI 値は、褥瘡発生有患者 22.2、褥瘡発生無患者

21.2、健康な人 24.3（いずれも中央値）であり、比較的栄養状態が良い集団であった。本研究において、褥瘡発生有患者は褥瘡発生無患者に比べ、血清 Alb 値は大幅に低く、MNA[®]-SF 評価もかなりの低値であり栄養状態が低下していた。高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚弾力の特徴でも述べたように、仙骨部の皮膚弾力値は、栄養状態の影響を少なからず受け低下していた。このことより、仙骨部の皮膚弾力値の低下は、近い時期の褥瘡発生を予測することはできないが、栄養状態が低下している褥瘡発生リスクがより高い患者は特定できるといえる。また、Schubert, et al⁸⁸⁾の研究では、褥瘡保有高齢患者の仙骨部皮膚厚は、褥瘡の無い寝たきり高齢患者の皮膚厚に比べ薄いことを報告している。このことから、仙骨部皮膚厚の薄さも、仙骨部の皮膚弾力値の低下と同様に、近い時期の褥瘡発生を予測することはできないが、褥瘡発生リスクがより高い患者を特定できるといえる。

III. 臨床看護への適用

1. Stage II の褥瘡発生予測のための皮膚紅斑レベル計測の活用

本研究では、皮膚紅斑レベルの高値が、Stage II の褥瘡発生に先行して起こることが明らかとなった。

国内の調査¹⁾によると、高齢患者が多く存在する在宅療養の現場において、褥瘡保有患者のうち、DESIGN-R では d1 レベル、つまり消失しない紅斑を持つ患者が一番多いことが報告されている。本研究の高齢患者が基準値より低い血清 Alb 値を有し、MNA[®]-SF でも半数が低栄養と分類されたように、褥瘡発生リスクの高い高齢患者は栄養状態が非常によくないため、一旦褥瘡が発生すると、重症化しやすく治癒遅延の傾向がある。このことから、これらの患者には、持続する紅斑、つまり、Stage I の早期発見と、発見後迅速な重症化予防に向けた褥瘡ケアが重要である。

Stage I の褥瘡発見には、日本褥瘡学会のガイドラインでは、ガラス板圧診法を用いる⁶⁾こととなっているが、この判定法は、人種による皮膚色の違いでは判定が難しいことが指摘されている。また、本研究では、Stage II の褥瘡が発生した皮膚は、全て消失しない紅斑あるいは皮膚が変色していたが、褥瘡が発生しなかった皮膚でも皮膚の変色がみられ、視覚的な判断のみでは Stage I の褥瘡と判定することは難しい皮膚があった。これらの皮膚を保有する患者は、全身状態や栄養状態不良を呈している高齢患者であり、このような高齢患者集団では、視覚的な判断のみでは Stage I の褥瘡を判定することは難しいといえる。本研究により、褥瘡発生リスクの高い高齢患者に対し、紅斑レベルが高値（機器の会社が示す紅斑レベル区分

の「びまん性紅斑」の上限値から「高度の紅斑レベル」)であれば Stage II への移行を予測するという、客観的な皮膚色計測方法の発見ができた意義は大きい。高齢者が入院および入居する施設や在宅療養の現場では、医療職ではない家族や福祉職が異常の早期発見の役割を担っており、皮膚色など観察のポイントや皮膚色変化を共有する方法を開発していく必要があることが指摘されている¹⁴⁾。今後、Mexameter®MX18の使用による、褥瘡発生リスクの高い高齢患者に対する皮膚色評価の導入が期待される。

しかし、臨床現場での活用にはいくつか課題がある。踵部については2項ロジスティック回帰分析によりモデルが成立し、紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との関係が統計学的には成立したが、褥瘡発生数が少ない中での分析であり、データの不安定さはある。また、Mexameter®MX18は、皮膚科学や化粧品学の分野で活用されており、褥瘡研究では Scheel-Sailer, et¹¹⁶⁾の研究しか見当たらず、今後、褥瘡 Stage の判定のために活用できるか、データ数を増やし検討する必要がある。さらに、臨床現場で活用していくためには、携帯型 Mexameter®MX18 の開発を進めていく必要がある。

2. 皮膚生理学的指標値の褥瘡危険因子としての活用

本研究より、褥瘡発生リスクの高い高齢患者は、踵部角質水分量の著明な減少があること、背中および仙骨部皮膚弾力値の低下、仙骨部皮膚厚の減少を認めていることが明らかとなった。このことから、踵部角質水分量、背中および仙骨部皮膚弾力値、仙骨部皮膚厚は、高齢患者の褥瘡危険因子の変数として活用できる可能性がある。

皮膚弾力値および皮膚厚は、血液検査とは違い非侵襲的に計測でき、また、体重とは違い寝たままで計測できる。本研究における高齢患者の背中および仙骨部皮膚弾力値は、栄養状態の影響を受けており、褥瘡発生有患者の血清 ALB 値は著明に低下していた。また、本研究における高齢患者の仙骨部皮膚厚の薄さは、低 BMI の影響を受けていた。このことから、在宅療養中で寝たきりの高齢患者のような、血液検査や体重測定を行うことが難しい患者に対し、褥瘡発生リスクを予測するため、背中および仙骨部皮膚弾力値、仙骨部皮膚厚の計測は有用な方法といえる。

本研究で使用した、角質水分量を計測する Corneometer®CM825、皮膚弾力値を計測する Cutometer®MPA580、皮膚厚を計測する Vscan Dual Probe®は、全て安価でなく、Vscan Dual Probe®以外は携帯型でない。しかし、角質水分計は安価で携帯できるもの販売されており、皮膚厚計測はキャリパーを用いることもできる。今後、活用しやすい機器および器具を用い、角質水分量や仙骨部皮膚厚計測し、褥瘡発生リスクの高い高齢患者の特定に活用していくことが期待さ

れる。皮膚弾力値を計測する Cutometer®MPA580 については、安価で携帯できる機器の開発を進めていく必要がある。

IV. 研究の限界

本研究における限界はいくつか存在する。1 つ目は、褥瘡発生数が少ない中での分析となり、両踵部紅斑レベル値でしか、2 項ロジスティック回帰分析によるモデル成立ができなかったことである。しかし、褥瘡発生の有無による比較では、仙骨部紅斑レベルも有意に高値であることを示しており、今後、データ数を増やし検討する価値は大いにある。2 つめは、皮膚生理学的指標値を定点で計測していたため、紅斑レベルの高値と Stage II の褥瘡発生との関係は明らかにできたが、健康な皮膚状態時からどの程度変化したかについては明らかにできていないことである。

第 6 章 結論

本研究の目的は、高齢患者の褥瘡予防に向けて、皮膚生理学的特性を表す指標と褥瘡発生との関連を検証することであった。まず、高齢患者の褥瘡好発部位（背中、仙骨部、両踵部の 4 か所）における皮膚生理学的指標値の特徴を明らかにした。そして、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と Stage II の褥瘡発生の有無との関連を検討した。

本研究では、特に褥瘡発生リスクの高い高齢患者が対象であり、これらの患者において、以下に示す、褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値の特徴が明らかになった。

- ・ 角質水分量と TEWL 値について、褥瘡危険因子の保有状況にかかわらず、全身の皮膚は乾燥し、特に踵部の乾燥が著明であるが、どの部位も TEWL 値は比較的よい状態を保っている。
- ・ 皮膚弾力値について、背中の皮膚弾力値は、加齢の影響と栄養状態の影響を受け低下している。仙骨部皮膚弾力値は、加齢の影響に加え、栄養状態の影響も少なからず受け低下している。
- ・ 皮膚厚について、加齢の影響に加え、低 BMI 値の影響も受け、仙骨部の皮膚厚は薄い。
- ・ 皮膚温の特徴は、いまだ明らかではない。紅斑レベルについて、褥瘡好発部位どの部位の皮膚も「軽微な紅斑レベル」であるが、異常な皮膚状態ではない。

また、高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標値と Stage II の褥瘡発生の有無との関連については、以下が明らかになった。

- ・ 仙骨部および両踵部ともに、皮膚生理学的指標値の中で紅斑レベルのみ、Stage II の褥瘡発生が生じた部位で有意に高値であり、その値は、機器の業者が示す紅斑レベル区分の「びまん性紅斑」の上限値から「高度の紅斑レベル」である。
- ・ 両踵部について、二項ロジスティック回帰分析により、皮膚紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生は関連がある（オッズ比 = 1.026、 $p = .005$ ）。仙骨部については、紅斑レベルと Stage II の褥瘡発生との間には、少なからず関係がある（オッズ比 = 1.029、 $p = .051$ ）。
- ・ 上記結果より、皮膚紅斑レベルの高値が、Stage II の褥瘡発生に先行して起こるといえ、皮膚生理学的指標の中でも皮膚紅斑レベルが褥瘡発生の予測因子として活用できる。
- ・ 褥瘡発生部位にかかわらず、褥瘡が発生する高齢患者の仙

骨部皮膚弾力値は低く、仙骨部皮膚厚は薄い。このことより、仙骨部の皮膚弾力値の低下および皮膚厚の薄さは、近い時期の褥瘡発生を予測することはできないが、栄養状態が低下している褥瘡発生リスクがより高い患者は特定できる。

謝辞

入院にて治療中であるにもかかわらず、本研究にご協力いただいた、患者さまおよびご家族の皆様に、深く感謝申し上げます。

また、研究場所を提供してくださり、研究実施に多大なご協力を賜った、医療法人白菊会白菊園病院の横谷邦彦院長様、大川正美看護部長様、松田恭子副看護部長様、平野美幸 2階南病棟師長様、岡本安代 2階北病棟看護師長様、矢野恵子 3階病棟師長様、西本砂奈枝 4階病棟師長様に深く感謝申し上げます。

大学院在学中は、高知県立大学に在宅看護学領域の教員として在籍しながらの研究活動でした。大学院での研究活動にご配慮いただき、また、ご支援いただいた、前高知県立大学看護学部長の中野綾美先生、現高知県立大学看護学部長の藤田佐和先生をはじめとする先生方に厚くお礼申し上げます。また、在宅看護学領域の森下安子先生、川上理子先生、中井美喜子先生、退職された吉岡理枝先生、寄付講座の森下幸子先生、退院支援事業専任看護師の乾由美先生には、日々の細かいご配慮と温かい支援をいただきました。乾先生においては、データ収集の支援もしていただきました。厚くお礼申し上げます。

このような研究を実施した経験がない中、研究の着想から実施、分析、考察に至るまで導いてくださった池田光徳先生、中野綾美先生、時長美希先生、瓜生浩子先生をはじめ、高知県立大学大学院看護学研究科の先生方に厚くお礼申し上げます。

最後に、陰ながら支えてくれた家族に深く感謝いたします。

文献

- 1) 武田利明, 志渡晃一, 安部正敏ほか:療養場所別褥瘡有病率、褥瘡の部位・重症度(深さ), 日本褥瘡学会誌, 17(1), 58-68, 2015
- 2) 須釜淳子, 志渡晃一, 石川治ほか:療養場所別褥瘡有病率、褥瘡の部位・重症度(深さ), 日本褥瘡学会誌, 10(2), 153-161, 2008
- 3) Pancorbo-Hidalgo, P.L., Garcia-Fernandez, F.P., Lopez-Medina, I.M., et: Risk assessment scales for pressure ulcer prevention: a systematic review, J Adv Nurs, 54(1), 94-110, 2006
- 4) Chou, R., Dana, T., Bougatsos, C., et: Pressure Ulcer Risk Assessment and Prevention: Comparative Effectiveness, Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2013
- 5) 日本褥瘡学会編: 在宅褥瘡予防・治療ガイドブック-第3版. 照林社, 2015
- 6) 日本褥瘡学会編: 褥瘡ガイドブック-第2版. 照林社, 2015
- 7) Hatanaka, N., Yamamoto, Y., Ichihara, K., et: A new predictive indicator for development of pressure ulcers in bedridden patients based on common laboratory tests results, J Clin Pathol, 61(4), 514-518, 2008, doi:10.1136/jcp.2007.050195
- 8) Yatabe, M.S., Taguchi, F., Ishida, I., et: Mini nutritional assessment as a useful method of predicting the development of pressure ulcers in elderly inpatients, J Am Geriatr Soc, 61(10), 1698-1704, 2013, doi:10.1111/jgs.12455
- 9) Serpa, L.F., Santos, V.L.C.G.: Validity of the Braden Nutrition Subscale in predicting pressure ulcer development, J Wound Ostomy Continence Nurs, 41(5), 436-443, 2014, doi:10.1097/WON.0000000000000059
- 10) Hyun, S., Li, X., Vermillion, B., et: Body mass index and pressure ulcers: improved predictability of pressure ulcers in intensive care patients, Am J Crit Care, 23(6), 494-500, 2014, doi:10.4037/ajcc2014535
- 11) Bates-Jensen, B.M., McCreath, H.E., Kono, A., et: Subepidermal moisture predicts erythema and Stage I

- pressure ulcers in nursing home residents: a pilot study, J Am Geriatr Soc, 55(8), 1199-1205, 2007
- 12) Sanada, H., Sugama, J., Kitagawa, A., et: Risk factors in the development of pressure ulcers in an intensive care unit in Pontianak, Indonesia, Int Wound J, 4(3), 208-215, 2007
 - 13) He, M., Tang, A., Ge, X., et: Pressure Ulcers in the Intensive Care Unit: An Analysis of Skin Barrier Risk Factors, Adv Skin Wound Care, 29(11), 493-498, 2016, doi:10.1097/01.ASW.0000494779.66288.c9
 - 14) 小原弘子, 池田光徳, 井上正隆ほか: 高知県内における褥瘡を保有する在宅療養者の実態調査, 高知女子だ学看護学会誌, 42(2), 62-70, 2017
 - 15) Okuwa, M., Sanada, H., Sugama, J., et: A prospective cohort study of lower-extremity pressure ulcer risk among bedfast older adults, Adv Skin Wound Care, 19(7), 391-397, 2006
 - 16) Fujii, K., Sugama, J., Okuwa, M., et: Incidence and risk factors of pressure ulcers in seven neonatal intensive care units in Japan: a multisite prospective cohort study, Int Wound J, 7(5), 323-328, 2010, doi:10.1111/j.1742-481X.2010.00688.x
 - 17) Mine, Y., Gojiro, N., Shinji, I., et: Microclimate is an independent risk factor for the development of intraoperatively acquired pressure ulcers in the park-bench position: A prospective observational study, Wound Repair Regen, 23(6), 939-947, 2015, doi:10.1111/wrr.12340
 - 18) Morita, T., Yamada, T., Watanabe, T., et: Lifestyle risk factors for pressure ulcers in community-based patients with spinal cord injuries in Japan, Spinal Cord, 53(6), 476-481, 2015
 - 19) Konishi, C., Sugama, J., Sanada, H., et: A prospective study of blanchable erythema among university hospital patients, Int Wound J, 5(3), 470-475, 2008
 - 20) 楠幹江, 奥田久徳: ねたきり老人の褥瘡関連要因に関する研究, 家政学雑誌, 37(9), 795-802, 1986
 - 21) 大浦武彦: 寝たきり高齢者における褥瘡危険要因 体圧分散マットレスの重要性の検証, 日本褥瘡学会誌, 5(3), 459-471,

2003

- 22) 森口隆彦：岡山県下における褥瘡患者(1,058人)の実態調査(第2報) 褥瘡の状態の評価と看護計画, 日本形成外科学会誌, 24(2), 73-81, 2004
- 23) 石井直明,丸山直記：老化の生物学：その分子メカニズムから寿命延長まで. 化学同人, 2014
- 24) Farage, M.A., Miller, K.W., Berardesca, E., et: Clinical implications of aging skin: cutaneous disorders in the elderly, *Am J Clin Dermatol*, 10(2), 73-86, 2009, doi:10.2165/00128071-200910020-00001
- 25) Humbert, P., Dreno, B., Krutmann, J., et: Recommendations for managing cutaneous disorders associated with advancing age, *Clin Interv Aging*, 11, 141-148, 2016, doi:10.2147/cia.s96232
- 26) Archer, D.F.: Postmenopausal skin and estrogen, *Gynecol Endocrinol*, 28 Suppl 2, 2-6, 2012, doi:10.3109/09513590.2012.705392
- 27) Yaar, M., Clinical and Histological Features of Intrinsic versus Extrinsic Skin Aging, in *Skin aging*, Barbara A. Gilchrest, J. Krutmann, Editors. p. 198, Springer: Germany, 2006
- 28) Flemister, B., Skin and Wound Care for thr Geriatric Population, in *Wound, Ostomy and Continence Nurses Society® Core Curriculum: Wound Management 1st Edition*, O.a.C.N.S. Wound, et, Editors. Wolters Kluwer, 2015
- 29) Chang, A.L., Wong, J.W., Endo, J.O., et: Geriatric dermatology review: Major changes in skin function in older patients and their contribution to common clinical challenges, *J Am Med Dir Assoc*, 14(10), 724-730, 2013, doi:10.1016/j.jamda.2013.02.014
- 30) Doughty, D.B., McNichol, L.L., General Concepts Related to Skin and Soft Tissue Injury Caused by Mechanical Factors, in *Wound, Ostomy and Continence Nurses Society® Core Curriculum: Wound Management 1st Edition*, O.a.C.N.S. Wound, et, Editors, p. 273-279, Wolters Kluwer, 2015
- 31) Kottner, J., Beeckman, D.: Incontinence-associated dermatitis and pressure ulcers in geriatric patients, *G Ital Dermatol Venereol*, 150(6), 717-729, 2015
- 32) 日本褥瘡学会編：褥瘡予防・管理ガイドライン. 照林社,

2009.

- 33) 藤澤章弘：【エビデンスに基づく褥瘡ケア UPDATE】 (Part I-1) 褥瘡ケアの基礎知識 褥瘡の発生機序と関連要因，臨床栄養，124(6)，682-687，2014
- 34) NPUAP, EPUAP, PPPIA: Prevention and treatment of pressure ulcers : Quick Reference Guide, (E. Haesler Ed.). Cambridge Media, 2014
- 35) Stechmiller, J.K., Cowan, L.J., Oomens, C.W.J., Bottom-Up (Pressure Shear) Injuries, in Wound, Ostomy and Continence Nurses Society® Core Curriculum: Wound Management 1st Edition, O.a.C.N.S. Wound, et, Editors., p. 314, Wolters Kluwer., 2015
- 36) Coleman, S., Nixon, J., Keen, J., et: A new pressure ulcer conceptual framework, J Adv Nurs, 70(10), 2222-2234, 2014, doi:10.1111/jan.12405
- 37) Bouten, C.V., Oomens, C.W., Baaijens, F.P., et: The etiology of pressure ulcers: skin deep or muscle bound?, Arch Phys Med Rehabil, 84(4), 616-619, 2003, doi:10.1053/apmr.2003.50038
- 38) Bader, D.L., Barnhill, R.L., Ryan, T.J.: Effect of externally applied skin surface forces on tissue vasculature, Arch Phys Med Rehabil, 67(11), 807-811, 1986
- 39) McCord, J.M.: Oxygen-derived free radicals in postischemic tissue injury, N Engl J Med, 312(3), 159-163, 1985, doi:10.1056/nejm198501173120305
- 40) Tsuji, S., Ichioka, S., Sekiya, N., et: Analysis of ischemia-reperfusion injury in a microcirculatory model of pressure ulcers, Wound Repair Regen, 13(2), 209-15, 2005, doi:10.1111/j.1067-1927.2005.130213.x
- 41) 七川正一, 森將晏: 褥瘡発生初期段階における虚血再灌流傷害の関与, 日本褥瘡学会誌, 7(1), 93-98, 2005
- 42) 斎藤佑希, 長谷川稔, 藤本学ほか: 皮膚虚血再灌流マウスモデルを用いた褥瘡形成機序の検討, 皮膚の科学, 8(Suppl.11), 7-13, 2009
- 43) 前田進太郎, 松下貴史, 濱口儒人ほか: 皮膚の虚血再還流障害におけるマクロファージとサイトカインの関与, 皮膚の科学, 13(Suppl.22), 19-24, 2015
- 44) Gawlitta, D., Oomens, C.W., Bader, D.L., et: Temporal

- differences in the influence of ischemic factors and deformation on the metabolism of engineered skeletal muscle, *J Appl Physiol* 103(2), 464-473, 2007, doi:10.1152/jappphysiol.01374.2006
- 45) Witkowski, J.A., Parish, L.C.: Histopathology of the decubitus ulcer, *J Am Acad Dermatol*, 6(6), 1014-1021, 1982
- 46) Reuler, J.B., Cooney, T.G.: The pressure sore: pathophysiology and principles of management, *Ann Intern Med*, 94(5), 661-666, 1981
- 47) Maklebust, J., Magnan, M.A., Pressure Ulcer Prevention Specific Measures and Agency-Wide Strategies, in *Wound, Ostomy and Continence Nurses Society® Core Curriculum: Wound Management 1st Edition*, O.a.C.N.S. Wound, et, Editors., p. 333-361, Wolters Kluwer, 2015
- 48) Braden, B., Bergstrom, N.: A conceptual schema for the study of the etiology of pressure sores, *Rehabil Nurs*, 12(1), 8-12, 1987
- 49) Bergstrom, N., Braden, B.J., Laguzza, A., et: The Braden Scale for Predicting Pressure Sore Risk, *Nurs Res*, 36(4), 205-210, 1987
- 50) 真田弘美, 金川克子, 稲垣美智子ほか: 日本語版 Braden Scale の信頼性と妥当性の検討, *金沢大学医療技術短期大学部紀要*, 15, 101-105, 1992
- 51) Garcia-Fernandez, F.P., Agreda, J.J., Verdu, J., et: A new theoretical model for the development of pressure ulcers and other dependence-related lesions, *J Nurs Scholarsh*, 46(1), 28-38, 2014, doi:10.1111/jnu.12051
- 52) Norton, D.: Calculating the risk: reflections on the Norton Scale, *Decubitus*, 2(3), 24-31, 1989
- 53) Waterlow, J.: Pressure sores: a risk assessment card, *Nurs Times*, 81(48), 49-55, 1985
- 54) Qaseem, A., Mir, T.P., Starkey, M., et: Risk assessment and prevention of pressure ulcers: a clinical practice guideline from the American College of Physicians, *Ann Intern Med*, 162(5), 359-369, 2015, doi:10.7326/M14-1567
- 55) Brown, S.J.: The Braden Scale. A review of the research evidence, *Orthop Nurs*, 23(1), 30-38, 2004
- 56) Bolton, L.: Which pressure ulcer risk assessment scales

- are valid for use in the clinical setting?, *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 34(4), 368-81, 2007, doi:10.1097/01.WON.0000281653.32955.9b
- 57) Webster, J., Coleman, K., Mudge, A., et: Pressure ulcers: effectiveness of risk-assessment tools. A randomised controlled trial (the ULCER trial), *BMJ Qual Saf*, 20(4), 297-306, 2011, doi:10.1136/bmjqs.2010.043109
- 58) García-Fernández, F.P., Pancorbo-Hidalgo, P.L., Agreda, J.J.S.: Predictive capacity of risk assessment scales and clinical judgment for pressure ulcers: a meta-analysis, *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 41(1), 24-34, 2014, doi:10.1097/01.WON.0000438014.90734.a2
- 59) Magnan, M.A., Maklebust, J.: The effect of Web-based Braden Scale training on the reliability and precision of Braden Scale pressure ulcer risk assessments, *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 35(2), 199-208; discussion 209-12, 2008, doi:10.1097/01.WON.0000313643.60117.b2
- 60) Kottner, J., Halfens, R., Dassen, T.: An interrater reliability study of the assessment of pressure ulcer risk using the Braden scale and the classification of pressure ulcers in a home care setting, *International Journal Of Nursing Studies*, 46(10), 1307-1312, 2009, doi:10.1016/j.ijnurstu.2009.03.014
- 61) Wang, L.-H., Chen, H.-L., Yan, H.-Y., et: Inter-rater reliability of three most commonly used pressure ulcer risk assessment scales in clinical practice, *International Wound Journal*, 12(5), 590-594, 2015, doi:10.1111/iwj.12376
- 62) Kwong, E., Pang, S., Wong, T., et: Predicting pressure ulcer risk with the modified Braden, Braden, and Norton scales in acute care hospitals in Mainland China, *Appl Nurs Res*, 18(2), 122-128, 2005
- 63) Chan, W.S., Pang, S.M.C., Kwong, E.W.Y.: Assessing predictive validity of the modified Braden scale for prediction of pressure ulcer risk of orthopaedic patients in an acute care setting, *J Clin Nurs*, 18(11), 1565-1573, 2009, doi:10.1111/j.1365-2702.2008.02757.x
- 64) Defloor, T.: The risk of pressure sores: a conceptual

- scheme, *J Clin Nurs*, 8(2), 206-216, 1999
- 65) Benoit, R., Mion, L.: Risk factors for pressure ulcer development in critically ill patients: a conceptual model to guide research, *Res Nurs Health*, 35(4), 340-362, 2012, doi:10.1002/nur.21481
 - 66) Brotman, D.J., Walker, E., Lauer, M.S., et: In search of fewer independent risk factors, *Arch Intern Med*, 165(2), 138-145, 2005, doi:10.1001/archinte.165.2.138
 - 67) Coleman, S., Gorecki, C., Nelson, E.A., et: Patient risk factors for pressure ulcer development: Systematic review, *Int J Nurs Stud*, 50(7), 974-1003, 2013, doi:10.1016/j.ijnurstu.2012.11.019
 - 68) Bergstrom, N., Braden, B.: A prospective study of pressure sore risk among institutionalized elderly, *J Am Geriatr Soc*, 40(8), 747-758, 1992
 - 69) Bergstrom, N., Braden, B., Kemp, M., et: Multi-site study of incidence of pressure ulcers and the relationship between risk level, demographic characteristics, diagnoses, and prescription of preventive interventions, *J Am Geriatr Soc*, 22-30, 1996
 - 70) Tourtual, D.M., Riesenber, L.A., Korutz, C.J., et: Predictors of hospital acquired heel pressure ulcers, *Ostomy Wound Manage*, 43(9), 24, 1997
 - 71) Bergquist, S., Frantz, R.: Pressure ulcers in community-based older adults receiving home health care. Prevalence, incidence, and associated risk factors, *Adv Wound Care*, 12(7), 339-351, 1999
 - 72) Ooi, W.L., Morris, J.N., Brandeis, G.H., et: Nursing home characteristics and the development of pressure sores and disruptive behaviour, *Age Ageing*, 28(1), 45-52, 1999
 - 73) Bourdel-Marchasson, I., Barateau, M., Rondeau, V., et: A multi-center trial of the effects of oral nutritional supplementation in critically ill older inpatients. GAGE Group. Groupe Aquitain Geriatrique d'Evaluation, *Nutrition*, 16(1), 1-5, 2000
 - 74) Baumgarten, M., Margolis, D., van Doorn, C., et: Black/White differences in pressure ulcer incidence in nursing home residents, *J Am Geriatr Soc*, 52(8), 1293-

- 1298, 2004, doi:10.1111/j.1532-5415.2004.52358.x
- 75) Lindgren, M., Unosson, M., Fredrikson, M., et: Immobility -- a major risk factor for development of pressure ulcers among adult hospitalized patients: a prospective study, *Scand J Caring Sci*, 18(1), 57-64, 2004
- 76) Defloor, T., Grypdonck, M.F.H.: Pressure ulcers: validation of two risk assessment scales, *J Clin Nurs*, 14(3), 373-382, 2005
- 77) Nixon, J., Cranny, G., Iglesias, C., et: Randomised, controlled trial of alternating pressure mattresses compared with alternating pressure overlays for the prevention of pressure ulcers: PRESSURE (pressure relieving support surfaces) trial, *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 332(7555), 1413-1413, 2006
- 78) Vanderwee, K., Grypdonck, M., De Bacquer, D., et: The identification of older nursing home residents vulnerable for deterioration of grade 1 pressure ulcers, *J Clin Nurs*, 18(21), 3050-3058, 2009, doi:10.1111/j.1365-2702.2009.02860.x
- 79) Bates-Jensen, B.M., McCreath, H.E., Pongquan, V., et: Subepidermal moisture differentiates erythema and stage I pressure ulcers in nursing home residents, *Wound Repair Regen*, 16(2), 189-197, 2008, doi:10.1111/j.1524-475X.2008.00359.x
- 80) Iizaka, S., Okuwa, M., Sugama, J., et: The impact of malnutrition and nutrition-related factors on the development and severity of pressure ulcers in older patients receiving home care, *Clin Nutr*, 29(1), 47-53, 2010, doi:10.1016/j.clnu.2009.05.018
- 81) Cowan, L.J., Stechmiller, J.K., Rowe, M., et: Enhancing Braden pressure ulcer risk assessment in acutely ill adult veterans, *Wound Repair Regen*, 20(2), 137-148, 2012, doi:10.1111/j.1524-475X.2011.00761.x
- 82) Suttipong, C., Sindhu, S.: Predicting factors of pressure ulcers in older Thai stroke patients living in urban communities, *J Clin Nurs*, 21(3/4), 372-379, 2012, doi:10.1111/j.1365-2702.2011.03889.x
- 83) Demarre, L., Verhaeghe, S., Van Hecke, A., et: Factors

- predicting the development of pressure ulcers in an at-risk population who receive standardized preventive care: secondary analyses of a multicentre randomised controlled trial, *J Adv Nurs*, 71(2), 391-403, 2015, doi:10.1111/jan.12497
- 84) Herrman, E.C., Knapp, C.F., Donofrio, J.C., et: Skin perfusion responses to surface pressure-induced ischemia: implication for the developing pressure ulcer, *J Rehabil Res Dev*, 36(2), 109-120, 1999
- 85) Paek, R., Chang, D.S., Brevetti, L.S., et: Correlation of a simple direct measurement of muscle pO₂ to a clinical ischemia index and histology in a rat model of chronic severe hindlimb ischemia, *J Vasc Surg*, 36(1), 172-179, 2002
- 86) Yusuf, S., Okuwa, M., Shigeta, Y., et: Microclimate and development of pressure ulcers and superficial skin changes, *Int Wound J*, 12(1), 40-46, 2015, doi:10.1111/iwj.12048
- 87) Sprigle, S., Linden, M., McKenna, D., et: Clinical skin temperature measurement to predict incipient pressure ulcers, *Adv Skin Wound Care*, 14(3), 133-137, 2001
- 88) Schubert, V., Ohlsson, K., Stevens, U.: Reduced tissue thickness over the sacrum as a risk factor for pressure sores, *J Tissue Viability*, 2(3), 82-86, 1992
- 89) Yalcin, E., Akyuz, M., Onder, B., et: Skin thickness on bony prominences measured by ultrasonography in patients with spinal cord injury, *J Spinal Cord Med*, 36(3), 225-230, 2013, doi:10.1179/2045772312Y.0000000088
- 90) Scheel-Sailer, A., Frotzler, A., Mueller, G., et: Challenges to measure hydration, redness, elasticity and perfusion in the unloaded sacral region of healthy persons after supine position, *J Tissue Viability*, 24(2), 62-70, 2015, doi:10.1016/j.jtv.2015.03.002
- 91) Qassem, M., Kyriacou, P.A.: Effectiveness of the DreamSkin® garment on relieving symptoms of eczema/dermatitis using electrical and spectroscopic methods: A case study, *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soci*, 2014, 3723-3726, 2014, doi:10.1109/EMBC.2014.6944432
- 92) Wendling, P.-A., Dell'Acqua, G.: Skin biophysical

- properties of a population living in Valais, Switzerland, *Skin Res Technol*, 9(4), 331-338, 2003
- 93) Nakagami, G., Sanada, H., Konya, C., et: Evaluation of a new pressure ulcer preventive dressing containing ceramide 2 with low frictional outer layer, *J Adv Nurs*, 59(5), 520-529, 2007
- 94) Nuutinen, J., Ikäheimo, R., Lahtinen, T.: Validation of a new dielectric device to assess changes of tissue water in skin and subcutaneous fat, *Physiol Meas*, 25(2), 447-454, 2004
- 95) Fife, C.E., Davey, S., Maus, E.A., et: A randomized controlled trial comparing two types of pneumatic compression for breast cancer-related lymphedema treatment in the home, *Support Care Cancer*, 20(12), 3279-3286, 2012, doi:10.1007/s00520-012-1455-2
- 96) Birkballe, S., Jensen, M.R., Noerregaard, S., et: Can tissue dielectric constant measurement aid in differentiating lymphoedema from lipoedema in women with swollen legs?, *Br J Dermatol*, 170(1), 96-102, 2014, doi:10.1111/bjd.12589
- 97) Guihan, M., Bates-Jenson, B.M., Chun, S., et: Assessing the feasibility of subepidermal moisture to predict erythema and Stage I pressure ulcers in persons with spinal cord injury: a pilot study, *J Spinal Cord Med*, 35(1), 46-52, 2012, doi:10.1179/204577211X13209212104141
- 98) Shin, J.W., Lee, D.H., Choi, S.Y., et: Objective and non-invasive evaluation of photorejuvenation effect with intense pulsed light treatment in Asian skin, *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 25(5), 516-522, 2011, doi:10.1111/j.1468-3083.2010.03815.x
- 99) Hwang, S.W., Kang, J.H., Jung, S.Y., et: Vitiligo Coexistent with Nevus Depigmentosus: This Was Treated with Narrow-Band UVB and These Lesions Were Followed Using the Mexameter(R), a Pigment-Measuring Device, *Ann Dermatol*, 22(4), 482-5, 2010, doi:10.5021/ad.2010.22.4.482
- 100) Everett, J.S., Sommers, M.S.: Skin viscoelasticity: physiologic mechanisms, measurement issues, and

- application to nursing science, *Biol Res Nurs*, 15(3), 338-46, 2013, doi:10.1177/1099800411434151
- 101) 井上直樹, 杉原富人, 竹田竜嗣: コラーゲンペプチド経口摂取によるヒト肌へ与える効果, *アミノ酸研究*, 3(1), 79-83, 2010
- 102) 羽毛田恵一, 塚原和枝, 八谷輝ほか: アメリカ在住女性における目尻シワ、弾力性および皮膚色の民族間比較, *日本化粧品学会誌*, 34(1), 1-6, 2010
- 103) Cua, A.B., Wilhelm, K.P., Maibach, H.I.: Elastic properties of human skin: relation to age, sex, and anatomical region, *Arch Dermatol Res*, 282(5), 283-288, 1990
- 104) Smalls, L.K., Randall Wickett, R., Visscher, M.O.: Effect of dermal thickness, tissue composition, and body site on skin biomechanical properties, *Skin Res Technol*, 12(1), 43-49, 2006
- 105) Ryu, H.S., Joo, Y.H., Kim, S.O., et: Influence of age and regional differences on skin elasticity as measured by the Cutometer, *Skin Res Technol*, 14(3), 354-358, 2008, doi:10.1111/j.1600-0846.2008.00302.x
- 106) 浦博伸, 下妻道郎: 超音波診断装置の皮膚科領域への応用 強皮症の皮膚厚測定を中心として, *医学のあゆみ*, 173(2), 138-139, 1995
- 107) 水原章浩, 那須ユキエ: 技師とナースのための褥瘡エコー. 株式会社 医学と看護者, 2014
- 108) 藪中幸一, 飯坂真司, 山本匠ほか: 超音波検査による褥瘡診断の有用性, *超音波医学*, 41(5), 649-658, 2014
- 109) Firooz A, Sadr B, Babakoohi S, Sarraf-Yazdy M, et: Variation of biophysical parameters of the skin with age, gender, and body region, *The scientific world journal*. 2012;2012:386936-.
- 110) Kleesz P, Darlenski R, Fluhr JW.: Full-body skin mapping for six biophysical parameters: baseline values at 16 anatomical sites in 125 human subjects. *Skin Pharmacol Physiol*, 25(1), 25-33, 2012
- 111) Fiedler M, Gerhardt LC, Derler S, et: Assessment of biophysical skin properties at different body sites in hospitalized old patients: results of a pilot study, *Gerontology*, 58(6), 513-517, 2012

- 112) Bakar Y, Tuğral A, Üyetürk Ü. : Measurement of Local Tissue Water in Patients with Breast Cancer-Related Lymphedema, *Lymphat Res Biol*, 16(2), 160-164, 2018
- 113) Fullerton A, Fischer T, Lahti A, et: Guidelines for measurement of skin colour and erythema. A report from the Standardization Group of the European Society of Contact Dermatitis, *Contact Dermatitis*, 35(1), 1-10, 1996
- 114) Scheel-Sailer A, Frotzler A, Mueller G, et : Biophysical skin properties of grade 1 pressure ulcers and unaffected skin in spinal cord injured and able-bodied persons in the unloaded sacral region, *Journal Of Tissue Viability*, 26(2), 89-94, 2017

資料

資料 1 健康な 20 代女性へのデータ収集：研究協力のお願ひ（施設用）

研究協力へのお願い

拝啓、盛夏の候、ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。また、日頃は大変お世話になっております。

私は、高知県立大学看護学部で助教をしております小原弘子と申します。私たちが 2016 年に高知県の在宅療養者を対象にした調査では、褥瘡保有者の平均年齢が 73.8 歳と高く、加齢に伴う疾患や低栄養が原因で発生していました。高齢者には、皮膚および皮下組織の菲薄化、弾力および張力の低下という皮膚生理学的特徴を持ちます。そこで、現在、私たちが取り組んでいる褥瘡予測スコア開発の研究において、皮膚生理学的指標に特化した予測因子を探索することを試みることにしました。皮膚生理学的指標とは、皮膚バリア機能を表す経表皮水分蒸散量（以下 TEWL）、真皮水分量あるいは皮膚粘弾性など皮膚の生理学的特性を表す指標を指します。従来、褥瘡予測因子を探索する研究は盛んに行われてきましたが、最近では、皮膚生理学的指標に着目して研究が行われています。これらの研究では、皮膚疾患や美容領域で使用されてきた非侵襲的機器を用いて皮膚生理学的指標を測定していますが、研究それぞれで測定項目や測定手順が異なっています。このことから、高齢患者における皮膚生理学的指標に特化した褥瘡予測因子を探索する研究の前段階として、「非侵襲的機器を用いた褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標測定における検者間・検者内信頼性の検討」をテーマに研究を行い、信頼性が確保された測定方法の確立を試みることにしました。

つきましては、貴施設の学生を対象にデータ収集を予定しており、貴施設の学生にご協力をお願いしたいと考えております。研究期間は、平成 年 月 から平成 年 月 日を予定しています。貴施設をお願いしたい内容、測定の概要、お約束することを 2 枚目以降の資料に示しております。研究の詳細につきましては研究計画書をご覧ください。

お忙しい中、誠に恐縮ではございますが、本研究の主旨をご理解いただきご協力いただけますようよろしくお願い申し上げます。この研究に関しましてご不明な点などがございましたら下記までご連絡をくださいますようお願い致します。

なお、本研究は高知県立大学研究倫理委員会の承認を得ています

敬具

研究代表者：高知県立大学看護学部

助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学看護学部

[携帯電話]

[e-mail]

《貴施設にお願いしたい内容》

1. 研究協力者募集の説明会を開催させていただくことをお願い

貴施設の学生を対象に、研究協力者を募るための説明会を開催させていただきたいと考えております。説明会開催の案内につきましては、大学内の掲示板を活用する予定としております。

貴施設長に対し、学生の研究協力の諾否についてお知らせしないことをご了承ください。また、本研究で得られた結果は、関連分野の学会や学会誌などへ発表および投稿することについてもご了承ください。

2. 書類に関するお願い

ご協力いただける場合は、お手数ですが、同封しております「承諾書」に署名いただき、返信用封筒で 月 日までに郵送いただくようお願いいたします。また、ご協力いただけない場合は、そのまま返信をお願いいたします。ご協力はあくまでも、自由意思により決めていただいております。ご協力いただけない場合も不利益となることはありません。

研究のご協力を一度承諾していただいた後でも、取り消すことができます。その際には、同封の承諾取り消し書に署名いただき、 月 日までに郵送をお願いいたします。承諾取り消しは、研究者が承諾取り消し書を受け取った時点で成立することといたします。但し、実験開始後の承諾取り消しについては、研究協力者の同意を得て既に収集されたデータは、研究協力者の意思を尊重し使用させていただきますのでご了承ください。

《測定の概要》

1) 対象

皮膚に発赤、発疹、かゆみなど皮膚に異常がない健康な大学生 10 名程度を予定しています。

2) 測定環境

プライバシーの保たれた大学内の 1 室に医療用ベッドを 1 台配置し、室温 25 度前後に設定した環境で測定します。

3) 測定部位と測定項目

基本情報として、体重および体脂肪を測定します。測定部位は、仙骨部および両踵部の 3 ヶ所とし、TEWL、真皮水分量、皮膚発赤レベル、皮膚温、皮膚粘弾性および皮膚厚の 6 項目を測定します。

4) 測定機器

体重および体脂肪は、体組成計を用いて測定します。TEWL、真皮水分量、皮膚発赤レベルおよび皮膚粘弾性は、美容機器として使用されている機器を用います。測定項目毎に専用のプローブを直接皮膚に当てて測定します。皮膚温は、非接触型の体温計を用い、皮膚に接触しない状態で測定します。プローブおよび非接触型の体温計はいずれも、軽量で小型（おおよそ手の平サイズ）です。皮膚厚は、携帯型超音波を用いて測定します。測定にかかる時間は、測定項目

によって異なりますが、短い項目で約 10 秒、長い項目で約 2 分です。

5) 測定手順

まず、対象者は実験衣に更衣後、体重および体脂肪を測定します。その後、2 人の測定者 AB が、①②の手順を、交互で 4 サイクル (A-B-A-B) 実施します。サイクル間には、10 分の休息時間を設けます。使用機器に習熟している研究者 2 名が測定者となります。

① 対象者は、ベッド上で側臥位をとる。

② 仙骨部、両踵部の順番で、測定項目を測定する。各測定項目は、3 回ずつ測定する。

①②の 1 サイクルは、約 20 分程度かかります。休憩も含めて 4 サイクルが終了するのに、2 時間程度を見込んでいます。

《お約束する内容》

- ・ 施設および対象者には、研究目的・方法・倫理的配慮について研究依頼書を用い、十分に説明します。説明時は、自由意思で研究協力について決定できるように配慮して説明します。説明時には、施設および対象者に、研究協力の諾否によって、学校生活での日々の関わりおよび講義・演習・実習での関係性における不利益を一切被らないことを説明します。
- ・ 研究途中であっても、途中辞退は可能です。途中辞退によって、学校生活での日々の関わりおよび講義・演習・実習での関係性における不利益を一切被らないことを保証します。
- ・ 研究協力者から得たデータは、全て匿名化し、個人が特定できないようにします。また、研究代表者しか知りえない高知県立大学内の鍵のかかる場所で保管します。研究代表者が鍵の管理を行い、共同研究者が研究代表者の許可なしではデータにアクセスできないようにします。
- ・ 研究協力候補者との日程調整を目的とした「氏名」「連絡先」を記載する用紙は、研究協力候補者との日程調整時以外には使用せず、直ちにシュレッダーにて破棄します。
- ・ 分析に必要な電子データあるいは紙媒体でのデータは、研究が終了する平成 年 月 日より 5 年を経過した平成 年 月 日又は研究結果の公表から 3 年を経過した日のいずれかまで、研究者代表者しか知りえない、高知県立大学内の鍵のかかる場所で保管します。これらの期日以降は、電子データはファイルを削除し、紙媒体はシュレッダーにかけ処分します。
- ・ 測定を安全に行うために、研究者の技術を高めることを目的とし、測定当日の手順を想定して何度も訓練を重ねます。また、プレテストにて測定方法、使用物品の安全性の確認をしたうえで実施します。
- ・ 測定前に、バイタルサインの測定と問診にて体調の確認を行い体調不良がある場合は、実験を中止します。また、測定中に気分不良が生じた場合も直ちに測定を中止します。これらの場合、体調確認と状態に応じた対処をする

とともに、後日改めて測定を実施するか、研究不参加とするか決定してもらい、後日測定の場合は、研究協力者の希望に応じて測定日を調整します。

- ・ 皮膚に発赤やかゆみなどの症状がある場合には測定は行わず、測定が困難であることを説明したうえで研究から辞退していただきます。
- ・ 測定中は、実験衣と掛け物により皮膚の露出を最小限に抑えます。
- ・ 研究の参加により時間的拘束が生じますが、研究協力者の都合に合わせることで、できる限り心身に負担がないように配慮します。
- ・ 研究の参加によって、皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連を明らかにする研究の発展に貢献することができますが、利益を受けることはありません。
- ・ 研究結果は、関連分野の学会や学会誌などへの発表・投稿する予定ですが、その際、プライバシーや匿名性の保持に十分に配慮することを保証します。

その他、本研究について何か質問等がございましたら、研究代表者（小原弘子）までいつでもご連絡ください。

* ご協力の意思表示をいただいた場合、「研究協力のお願い」と承諾書は、「貴施設にお願いしたい内容」「お約束する内容」の文書とあわせて研究が終了する平成 年 月 日まで保管してください。

研究協力へのお願い

拝啓、皆様におかれましては、勉学や課外活動などの活動でお忙しいことと存じます。

私は、高知県立大学看護学部で助教をしております小原弘子と申します。

私たちが2016年に高知県の在宅療養者を対象にした調査では、褥瘡保有者の平均年齢が73.8歳と高く、加齢に伴う疾患や低栄養が原因で発生していました。高齢者には、皮膚および皮下組織の菲薄化、弾力および張力の低下という皮膚生理学的特徴を持ちます。そこで、現在、私たちが取り組んでいる褥瘡予測スコア開発の研究において、皮膚生理学的指標に特化した予測因子を探索することを試みることにしました。皮膚生理学的指標とは、皮膚バリア機能を表す経表皮水分蒸散量（以下TEWL）、真皮水分量あるいは皮膚粘弾性など皮膚の生理学的特性を表す指標を指します。従来、褥瘡予測因子を探索する研究は盛んに行われてきましたが、最近では、皮膚生理学的指標に着目して研究が行われています。これらの研究では、皮膚疾患や美容領域で使用されてきた非侵襲的機器を用いて皮膚生理学的指標を測定していますが、研究それぞれで測定項目や測定手順が異なります。このことから、高齢患者における皮膚生理学的指標に特化した褥瘡予測因子を探索する研究の前段階として、「非侵襲的機器を用いた褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標測定における検者間・検者内信頼性の検討」をテーマに研究を行い、信頼性が確保された測定方法の確立を試みることにしました。

つきましては、皆様（10名程度）を対象にデータ収集を予定しており、ご協力をお願いしたいと考えております。研究期間は、平成 年 月 から平成 年 月 日 を予定しています。お願いしたい内容、お約束することを2枚目以降の資料に示しております。

お忙しい中、誠に恐縮ではございますが、本研究の主旨をご理解いただきご協力いただけますようよろしくお願い申し上げます。この研究に関しましてご不明な点などがございましたら下記までご連絡をくださいますようお願い致します。

なお、本研究は高知県立大学研究倫理委員会の承認を得ています

敬具

研究代表者：高知県立大学看護学部

助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学看護学部

[携帯電話]

[e-mail]

《お願いしたい内容》

1. 測定方法への理解についてのお願い

本研究では、皮膚に発赤、発疹、かゆみなど皮膚に異常がない健康な大学生 10 名程度に、褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標について、非侵襲的機器を用いて測定します。以下に、詳細を記します。

1) 測定環境

プライバシーの保たれた大学内の 1 室に医療用ベッドを 1 台配置し、室温 25 度前後に設定した環境で測定します。

2) 測定部位と測定項目

基本情報として、体重および体脂肪を測定します。測定部位は、仙骨部および両踵部の 3 ヶ所とし、TEWL、真皮水分量、皮膚発赤レベル、皮膚温、皮膚粘弾性および皮膚厚の 6 項目を測定します。

3) 測定機器

体重および体脂肪は、体組成計を用いて測定します。角質水分量、角質脂質量、皮膚 pH、真皮水分量、皮膚発赤レベルおよび皮膚粘弾性は、美容機器として使用されている機器を用います。測定項目毎に専用のプローベを直接皮膚に当てて測定します。皮膚温は、非接触型の体温計を用い、皮膚に接触しない状態で測定します。プローベおよび非接触型の体温計はいずれも、軽量で小型(おおよそ手の平サイズ)です。皮膚厚は、携帯型超音波を用いて測定します。測定にかかる時間は、測定項目によって異なりますが、短い項目で約 10 秒、長い項目で約 2 分です。

4) 測定手順

まず、対象者は実験衣に更衣後、体重および体脂肪を測定します。その後、2 人の測定者 AB が、①②の手順を、交互で 4 サイクル (A-B-A-B) 実施します。サイクル間には、10 分の休息時間を設けます。使用機器に習熟している研究者 2 名が測定者となります。

③ 対象者は、ベッド上で側臥位をとる。

④ 仙骨部、両踵部の順番で、測定項目を測定する。各測定項目は、3 回ずつ測定する。

①②の 1 サイクルは、約 20 分程度かかります。休憩も含めて 4 サイクルが終了するのに、2 時間程度を見込んでいます。

5) 留意事項

- ・ 測定前に、バイタルサインの測定と問診にて体調の確認を行い体調不良がある場合は、実験を中止します。また、測定中に気分不良が生じた場合も直ちに測定を中止します。
- ・ 皮膚に発赤やかゆみなどの症状がある場合には測定は行わず、測定が困難であることを説明したうえで研究から辞退していただくこととなります。
- ・ 測定中は、実験衣と掛け物により皮膚の露出を最小限に抑えます。また、終始どちらかの側臥位をとっていただくこととなりますが、安楽枕により安楽な体

位を保持します。

- ・ 研究協力についての諾否は、貴学部の学部長には知らせません。また、本研究で得られた結果は、関連分野の学会や学会誌などへ発表および投稿することについてもご了承ください。

2. 測定日時の調整についてのお願い

研究協力の意向がある研究協力候補者との日程調整を目的とした、研究協力候補者の「氏名」「連絡先」を記載する用紙と封筒を同封しております。研究協力の意向がある場合、用紙を記載後封筒に入れ封をし、教員専用の郵便受けの、「小原弘子」の表示がある郵便受けに投函をお願いいたします。用紙に記載された連絡先を通じて、研究協力候補者と連絡をとり、測定日時を決定します。

3. 研究協力の同意に関するお願い

測定日に再度、研究依頼書（研究協力者用）を用いて、研究目的・方法・倫理的配慮について説明し、同意書に署名していただきます。同意書（研究協力者用）の署名を持って承諾を得たものとします。

研究のご協力を一度承諾していただいた後でも、取り消すことができます。その際には、同封の承諾取り消し書に署名いただき、 月 日までに郵送をお願いいたします。承諾取り消しは、研究者が承諾取り消し書を受け取った時点で成立することといたします。

《お約束する内容》

- ・ 施設および対象者には、研究目的・方法・倫理的配慮について研究依頼書を用い、十分に説明します。説明時は、自由意思で研究協力について決定できるように配慮して説明します。説明時には、施設及び対象者に、研究協力の諾否によって、学校生活での日々の関わりおよび講義・演習・実習での関係性における不利益を一切被らないことを説明します。
- ・ 研究途中であっても、途中辞退は可能です。途中辞退によって、学校生活での日々の関わりおよび講義・演習・実習での関係性における不利益を一切被らないことを保証します。
- ・ 研究の参加により2時間の時間的拘束が生じますが、研究協力者の都合に合わせて、できる限り心身に負担がないように配慮します。
- ・ 測定前に、バイタルサインの測定と問診にて体調の確認を行い体調不良がある場合は、実験を中止します。また、測定中に気分不良が生じた場合も直ちに測定を中止します。これらの場合、体調確認と状態に応じた対処をするとともに、後日改めて測定を実施するか、研究不参加とするか決定してもらい、後日測定の場合は、研究協力者の希望に応じて測定日を調整します。
- ・ 研究協力者から得たデータは、全て匿名化し、個人が特定できないようにします。また、研究代表者しか知りえない高知県立大学内の鍵のかかる場所で保管

します。研究代表者が鍵の管理を行い、共同研究者が研究代表者の許可なしではデータにアクセスできないようにします。

- ・ 研究協力候補者との日程調整を目的とした「氏名」「連絡先」を記載する用紙は、研究協力候補者との日程調整時以外には使用せず、直ちにシュレッダーにて破棄します。

その他、本研究について何か質問等がございましたら、研究代表者（小原弘子）までいつでもご連絡ください。

*ご協力の意思表示をいただいた場合、「研究協力のお願い」と承諾書は、「貴学部にお願ひしたい内容」「お約束する内容」の文書とあわせて研究が終了する平成 年 月 日まで保管してください。

承諾書

私は、この度、「非侵襲的機器を用いた褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標測定における検者間・検者内信頼性の検討」の研究に関する目的、意義、研究方法、守秘義務、研究協力への任意性、協力中断の自由、心身負担への配慮、研究結果の公表の仕方、ならびに看護上の貢献に関する説明を受け、研究の主旨を理解しましたので研究に協力いたします。

施設責任者

平成 年 月 日

署名 _____

研究依頼者

平成 年 月 日

署名 _____

高知県立大学看護学部

助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学

[携帯電話]

[e-mail]

この承諾書と別紙の「研究協力へのお願い」、「研究計画書概要」は、研究期間（平成 年 月 日）が終了するまで大切に保管し、終了後は破棄していただきますよう、お願い致します。

同意書

私は、この度、「非侵襲的機器を用いた褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標測定における検者間・検者内信頼性の検討」の研究に関する目的、意義、研究方法、守秘義務、研究協力への任意性、協力中断の自由、心身負担への配慮、研究結果の公表の仕方、ならびに看護上の貢献に関する説明を受け、研究の主旨を理解しましたので研究に協力いたします。

研究協力者

平成 年 月 日

署名

研究依頼者

平成 年 月 日

署名

高知県立大学看護学部

助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学

[携帯電話]

[e-mail]

この同意書と別紙の「研究協力へのお願い」、「研究計画書概要」は、研究期間（平成 年 月 日）が終了するまで大切に保管し、終了後は破棄していただきますよう、お願い致します。



様式 4

平成 29 年 6 月 29 日

承認書

高知県立大学長 野嶋 佐由美



下記の研究課題について、高知県立大学研究倫理委員会規程及び研究倫理審査に関する取り扱いについての迅速審査(オ)に基づき、高知県立大学看護研究倫理審査委員会の審査結果を承認いたします。

高知県立大学看護研究倫理審査委員会

委員長 藤田 佐和



申請者 小原 弘子 様

研究課題 非侵襲的機器を用いた褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標開発における検者間・検者内信頼性の検討

承認番号 看研倫 17-7

高知県立大学看護研究倫理審査委員会において、上記の研究計画における倫理を審査した結果、審査基準の全てを満たしていると判断しましたので、看護研究倫理委員会規程 8 条 6 項により、本研究計画を実施することを承認いたします。

研究協力へのお願い

拝啓、〇〇の候、ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。また、日頃は大変お世話になっております。

私は、高知県立大学看護学部で教員をしながら高知県立大学博士後期課程で高齢患者の褥瘡の予測因子について研究をしている小原弘子と申します。

わが国では、褥瘡予防ケアや創部の診断および治療方法が進歩し、減少はしているものの一定の患者は存在していることから、褥瘡リスクのある患者を適切にアセスメントすることが重要です。しかし、現在開発されている褥瘡リスクアセスメントスケールは、評価者間の誤差や過剰予測という課題があり、客観的な評価指標である血清アルブミン値などは、計測は簡便でなく費用がかかります。我々が 2016 年に高知県の在宅療養者を対象にした調査では、褥瘡保有者の平均年齢が 73.8 歳と高く、加齢に伴う疾患や低栄養が原因で発生していました。高齢者には、皮膚および皮下組織の菲薄化、弾力および張力の低下というような皮膚生理学的特徴を持ちます。これらは、皮膚バリア機能を表す経表皮水分蒸散量（以下 TEWL）、真皮水分量あるいは皮膚粘弾性など皮膚の特性を表す生理学的指標であり、従来、美容業界で用いられてきた非侵襲的機器を用いて簡単に計測が可能です。皮膚生理学的指標に着目した研究が始められていますが、高齢患者における皮膚生理学的指標と褥瘡発生との関連は明らかになっていません。そこで、本研究では、褥瘡発生リスクの高い高齢患者について、褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴を明らかにし、皮膚生理学的指標に特化した新たな褥瘡危険因子の発見につなげることを目的として研究を行うこととしました。

つきましては、貴施設で入院されている方々で、研究にご協力いただける方々のご紹介を賜りたく、お願い申し上げます。研究協力の内容は、美容領域で使用される非侵襲的機器を用いて、褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標を測定させていただくこと、褥瘡発生リスクに関する情報を提供いただくことです。お願いしたい内容、お約束する内容を 2 枚目以降の資料に示しております。研究の詳細につきましては研究計画書概要をご覧ください。

本研究の参加は、簡便にかつどの職種でも活用できる褥瘡リスクアセスメントスケール開発の研究の発展に貢献することができると考えます。お忙しい中、誠に恐縮ではございますが、本研究の主旨をご理解いただきご協力いただけますようよろしくお願い申し上げます。この研究に関しましてご不明な点などがございましたら下記までご連絡をくださいますようお願い致します。

なお、本研究は高知県立大学研究倫理委員会の承認を得ています

敬具

研究代表者：高知県立大学看護学部

助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学看護学部

[携帯電話]

[e-mail]

指導教員：高知県立大学看護学部

教授 池田光徳

《お願いしたい内容》

1. 研究対象者をご紹介いただくことについてのお願い

以下の基準を満たす 65 歳以上の患者様をご紹介いただきたいです。

- ・ 障害高齢者の日常生活自立度にて、ランク B、C、のいずれかである
- ・ 褥瘡がない
- ・ 30 分程度の側臥位保持が自力でまたは枕などの支えで可能
- ・ 30 分程度の側臥位でも、血圧変動など体調に変化が生じない

研究全体の対象者総数は 100 人程度としております。貴施設には、20 名程度の患者様のご紹介をお願いしたいと考えておりますが、貴施設で可能な範囲の人数で結構です。

2. 研究対象候補者へのアクセスに関するお願い

研究対象候補者とのアクセス方法については、施設管理者様とご相談のうえ決定いたします。アクセス方法（案）を以下に示しました。研究対象候補者として選定された方について、説明を理解できない又は本人の同意を得ることが困難な状況である場合、説明時に代諾者の同席が必要となるため、代諾者の方とのアクセス方法についてご相談させてください。尚、代諾者は、研究対象候補者の配偶者、成人の子、父母、同居の親族といった近親者又はそれらの近親者に準ずる者で、研究対象候補者の意思および利益を代弁できると考えられる者とさせていただきます。

研究対象者とのアクセス方法（案）

- ・ 施設管理者様にて、研究対象候補者または代諾者に以下の 3 点について了解を得ていただく。
 - ① 研究者が、研究協力の説明に、研究対象候補者のお部屋に訪問すること
 - ② 研究協力の説明に伺うために、研究対象候補者の氏名とお部屋を研究者に知らせること
 - ③ 説明時に代諾者の同席が必要な研究対象候補者については、代諾者の同席が可能な日時をお教えいただきたいこと
- ・ 了解を得る際には、以下の「患者様（又は代諾者）に説明いただきたい内容」を用いて説明していただく。

「患者様（又は代諾者）に説明いただきたい内容」

高知県立大学大学院博士課程の学生が、床ずれについて研究をしています。

皮膚の状態と床ずれのできにくさやできやすさとの関係についての研究であり、研究に協力できる患者さんを探しているそうです。

〇〇さんが研究に協力するかどうかは、お話を聞いた後、すぐにお返事をされなくてもかまいません。断っていただくことも可能です。また、協力すると決められた後でも断ることができます。今回の研究に協力することと受けている治療や看護とは全く関係ありません。

〇〇さんがよろしければ、研究に関する話を学生がさせていただきますと言っております。説明にかかる時間は10分程度です。研究に関する説明を聞くことは可能でしょうか。

3. データ収集に関するお願い

本研究では、患者が保有する褥瘡リスク要因と皮膚生理学的指標との関係を分析します。したがって、患者様の同意が得られましたら、以下のデータ収集についてご協力をお願いいたします。

1) 患者情報の情報提供のお願い

添付しております「患者記録調査票」に基づき収集させていただきます。貴施設の可能な範囲で情報提供いただきたいです。

2) 病室にて計測させていただくことのおお願い

患者様の病室にて、上腕周囲長およびふくらはぎの周囲長の計測、仙骨部および両踵部3ヵ所におけるTEWL値、真皮水分量、皮膚発赤レベル、皮膚温、皮膚粘弾性および皮膚厚を計測させていただきます。

皮膚温は、非接触型の体温計を用い、皮膚に接触しない状態で測定します。それ以外の測定項目で計測に用いる機器は、美容機器として使用されている機器を用い、専用のプローベを直接皮膚に当てて測定します。プローベおよび非接触型の体温計はいずれも、軽量で小型（おおよそ手の平サイズ）です。皮膚厚は、携帯型超音波を用いて測定します。

計測の概要を以下に示します。

<計測の概要>

- ・ 臥位または座位にて、上腕周囲長およびふくらはぎの周囲長をメジャーにて計測します。
- ・ 側臥位（左右どちらでも可能）にて、仙骨部・両踵部・背部（対照部位として）について以下の順番で計測します。
 - ① 皮膚温（約10秒×4か所：約40秒）
 - ② 皮膚発赤レベル（約10秒×4か所：約40秒）

- ③ TEWL（約 40 秒×4 か所：約 2 分 40 秒）
- ④ 皮膚粘弾性（約 2 分×4 か所：約 8 分）
- ⑤ 真皮水分量（約 30 秒×4 か所：約 2 分）
- ⑥ 皮膚厚（約 1 分×4 か所：約 4 分）

・ 体位や洋服を整えることも含め約 25 分程度です。

4. 書類に関するお願い

ご協力いただける場合は、お手数ですが、同封しております「承諾書」に署名いただき、返信用封筒で 月 日までに郵送いただくようお願いいたします。また、ご協力いただけない場合は、書類すべての返送をお願いいたします。ご協力はあくまでも、自由意思により決めていただいております。ご協力いただけない場合も不利益となることはありません。

研究のご協力を一度承諾していただいた後でも、取り消すことができます。その際には、同封の承諾取り消し書に署名いただき、 月 日までに郵送をお願いいたします。承諾取り消しは、研究者が承諾取り消し書を受け取った時点で成立することといたします。

尚、データ収集開始後に承諾取り消しとなった場合、収集されたデータは使用しません。

《お約束する内容》

- ・ 施設および対象者（対象者が説明を理解できない又は本人からの同意を得ることが困難な場合は代諾者）には、研究目的・方法・倫理的配慮について研究依頼書を用い、十分に説明します。説明時に施設および対象者に対し、研究協力の諾否によって、今後の入院および在宅療養生活における治療やケアおよびスタッフとの関係性において、一切影響はないことを保証します。
- ・ 研究途中であっても、途中辞退は可能であり、途中辞退によって、施設および対象者は、今後の入院生活における治療やケアおよびスタッフとの関係性において、一切影響はないことを保証します。
- ・ 研究対象者から得たデータについて、名前等の個人情報削り、代わりに新しく番号をつけて匿名化を行います。研究対象者との番号を結びつける対応表は外部に漏れないように厳重に保管します。
- ・ 対応表の保管は、研究代表者（小原弘子）が、ネットワークから切り離されたコンピュータを使用して、外部記憶媒体（USB など）に記録し、研究代表者（小原弘子）しか知りえない、高知県立大学内の鍵のかかる場所で保管します。
- ・ 分析に必要な電子データあるいは紙媒体でのデータは、研究が終了する平成 年 月 日より 5 年を経過した平成 年 月 日又は研究結果の公表から 3 年を経過した日のいずれかまでで保管します。
- ・ 約 25 分間程度の側臥位での体位保持による苦痛および測定機器の接触による

一時的な不快感が生じる可能性があります。このような苦痛や不快感を軽減するために、測定当日の手順を想定して何度も訓練を重ね、円滑に計測が進行できるようにします。また、測定中は、掛け物により皮膚の露出を最小限に抑えるとともに、安楽枕により安楽な体位を保持します。

- ・ 測定前に、バイタルサインの測定と問診にて体調の確認を行い体調不良がある場合は中止します。また、測定中に気分不良が生じた場合も直ちに測定を中止します。これらの場合、体調確認と状態に応じた対処をするとともに、後日改めて測定を実施するか、研究不参加とするか決定してもらい、後日測定の場合は、研究対象者の希望に応じて測定日を調整します。
- ・ 患者情報収集のための「患者情報調査表」の項目の内容は、施設の治療やケアを評価するものではなく、褥瘡好発部位の皮膚生理学的指標と得られた患者情報との関連を統計学的に分析し、その特徴を明らかにするためのものであることを保証します。
- ・ 病院で入院中の患者のデータを収集する際は、ケアや業務に支障ない時間帯を選ぶなどの配慮をいたします。
- ・ 研究結果は、学位論文（博士論文）としてまとめ、高知県立大学看護学研究科博士論文公聴会で発表するとともに、関連分野の学会や学会誌などへの発表・投稿する予定です。その際、プライバシーや匿名性の保持に十分に配慮することを保証します。

*ご協力の意思表示をいただいた場合、「研究協力のお願い」と承諾書は、「お願いしたい内容」「お約束する内容」の文書とあわせて研究が終了する平成 年 月 日まで保管してください。

研究協力へのお願い

拝啓、初秋の候、ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。

私は、高知県立大学看護学部で教員をしながら高知県立大学博士後期課程で床ずれについて研究をしている小原弘子と申します。私たちが2016年に高知県の在宅療養者を対象にした調査では、床ずれを抱える方の平均年齢が73.8歳と高く、加齢に伴う疾患が主な原因でした。一旦、床ずれができると、高齢の方々は治癒に時間がかかるため、床ずれができやすい人を早期に発見することが重要です。そこで、私たちは、加齢に伴い皮膚や皮下組織の状態が変化することに着目し、皮膚や皮下組織の状態と床ずれのできにくさやできやすさとの関係について研究することとしました。私たちの研究結果は、誰もが簡単に測定できかつ誤差のない評価方法の開発につながることができます。

具体的な研究内容は、床ずれになりやすい状況にもかかわらず、まだ床ずれができていない方を対象に皮膚や皮下組織の状態を測定し、その特徴を明らかにすることです。そのため、様子を、研究対象候補者としてご紹介いただきました。研究協力の内容は、美容領域で使用される機械を用いて、仙骨部と両方の踵部の皮膚や皮下組織の状態を測定させていただくことと、身体状態や日常生活に関する情報を提供いただくことです。お願いしたい内容、お約束する内容を2枚目以降の資料に示しております。

本研究への参加は、床ずれ予防に向けた研究の発展に貢献することができると思います。お忙しい中、誠に恐縮ではございますが、本研究の主旨をご理解いただきご協力いただけますようよろしくお願い申し上げます。この研究に関しましてご不明な点などがございましたら下記までご連絡をくださいますようお願い致します。

なお、本研究は高知県立大学研究倫理委員会の承認を得ています

敬具

研究代表者：高知県立大学看護学部
 助教 小原弘子
 連絡先：高知県立大学看護学部
 [携帯電話]
 [e-mail]
 指導教員：高知県立大学看護学部
 教授 池田光徳

《お願いしたい内容》

1. 皮膚や皮下組織の状態を測定させていただくことをお願い

患者様の病室にて、以下の測定の手順に沿って測定させていただきたいです。測定にかかる時間は、約 25 分程度です。

＜測定の手順＞

- (1) 座ってまたは仰向けに寝て、上腕周囲の長さおよびふくらはぎの周囲の長さをメジャーにて測定します。
- (2) 横向き（左右どちらでも可能）になって寝ます。お尻・両方のかかと・背中 of 皮膚について以下のように測定します。使用する機械は、手のひらサイズで軽量です。皮膚の温度は皮膚に接触しない形で測定し、それ以外の項目は、皮膚に直接機械の先端を当てて測定します。

測定 順	測定項目	使用する機器	測定にかかる時間
①	皮膚の温度：皮膚から 1cm 程度離れた状態で測定		1 つの部位につき約 10 秒 仙骨部・両踵部・背部の 4 ヲ所で約 40 秒
②	皮膚の赤さの程度：皮膚に機器の先端を直接当てて測定		1 つの部位につき約 10 秒 仙骨部・両踵部・背部の 4 ヲ所で約 40 秒

③	皮膚の防護機能：皮膚に機器の先端を直接当てて測定		1つの部位につき約40秒 仙骨部・両踵部・背部の4カ所で約2分30秒
④	皮膚の弾力やはり：皮膚に機器の先端を直接当てて測定		1つの部位につき約2分 仙骨部・両踵部・背部の4カ所で約8分
⑤	真皮の水分量：皮膚に機器の先端を直接当てて測定		1つの部位につき約30秒 仙骨部・両踵部・背部の4カ所で約2分
⑥	皮膚の厚さ：携帯型の超音波装置で測定		1つの部位につき約1分 仙骨部・両踵部・背部の4カ所で約4分

2. 身体状態や日常生活に関する情報を提供いただくこと
のお願い

以下の3つの情報について、患者様の同意が得られましたら、施設の方を通じて情報をいただきたいと思います。情報をいただく時は、以下の内容を網羅できる調査用紙をもとに情報をいただく予定にしております。

- ① 年齢、性別、診断名、既往歴、服薬内容などの基本的な身体状態を表す情報
- ② 血液検査値や体温・脈拍・血圧など床ずれに関係する身体状態を表す情報
- ③ 食事、清潔、リハビリテーション、床ずれ予防対策などの日常生活の情報

《お約束する内容》

- 1. 研究協力の同意については以下のことを配慮いたします。

- ・ 研究協力の同意については、すぐにお返事をされなくてもかまいません。断っていただくことも可能です。今回の研究に協力しないことによって、今後の入院生活における治療やケアおよびスタッフとの関係性において、一切影響はありません。また、研究途中での取り消しも可能です。その時も同様に、今後の入院生活における治療やケアおよびスタッフとの関係性において、一切影響はありません。
 - ・ これらのことを踏まえ、研究協力に同意される場合は、同意書の署名を持って同意を得たものとします。同意書の署名後、研究協力を取り消したい場合、同封の同意取り消し書に署名いただき、 月 日までに郵送をお願いします。同意取り消しは、研究者が同意取り消し書を受け取った時点で成立することといたします。
2. 測定については、以下について十分な配慮のもと実施します。
- ・ 約25分間程度の横向きで寝たままでの保持による苦痛および測定機器の接触による一時的な不快感が生じる可能性があります。できる限り、円滑に測定が進行できるようにし、また、測掛け物により皮膚の露出を最小限に抑えるとともに、安楽枕により安楽な体位を保持します。
 - ・ 測定前に体調の確認を行い体調不良がある場合は中止します。また、測定中に気分不良が生じた場合も直ちに測定を中止します。これらの場合、体調確認と状態に応じた対処をするとともに、後日改めて測定を実施するか、研究不参加とするか決定してもらい、後日測定の場合は、研究対象者の希望に応じて測定日を調整します。
3. 提供いただいた情報の取り扱いについて
- ・ 提供していただいた情報は、名前等の個人情報进行削り、誰のものか一切わからない状態で保管します。また、保管場所も研究代表者（小原弘子）しか知りえない、高知県立大学の鍵のかかる場所で保管します。
 - ・ 研究結果は、学位論文（博士論文）としてまとめ、高知県立大学看護学研究科博士論文公聴会で発表するとともに、関連分野の学会や学会誌などへの発表・投稿する

予定です。その際、プライバシーや匿名性の保持に十分に配慮することを保証します。

* ご協力の意思表示をいただいた場合、「研究協力のお願い」と承諾書は、「お願いしたい内容」「お約束する内容」の文書とあわせて研究が終了する平成 年 月 日まで保管してください。

承諾書

私は、この度、「高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴」の研究に関する目的、意義、研究方法、守秘義務、研究協力への任意性、協力中断の自由、心身負担への配慮、研究結果の公表の仕方、ならびに看護上の貢献に関する説明を受け、研究の主旨を理解しましたので研究に協力いたします。

施設責任者

平成 年 月 日

署名

研究依頼者

平成 年 月 日

署名

研究代表者：高知県立大学看護学部
助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学看護学部
[携帯電話]

[e-mail]

指導教員：高知県立大学看護学部
教授 池田光徳

この承諾書と別紙の「研究協力へのお願い」、「研究計画書概要」は、研究期間（平成 年 月 日）が終了するまで大切に保管し、終了後は破棄していただきますよう、お願い致します。

同意書

私は、この度、「高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴」の研究に関する目的、意義、研究方法、守秘義務、研究協力への任意性、協力中断の自由、心身負担への配慮、研究結果の公表の仕方、ならびに看護上の貢献に関する説明を受け、研究の主旨を理解しましたので研究に協力いたします。

施設責任者

平成 年 月 日

署名

研究協力者

平成 年 月 日

署名

研究代表者：高知県立大学看護学部
助教 小原弘子

連絡先：高知県立大学看護学部
[携帯電話]

[e-mail]

指導教員：高知県立大学看護学部
教授 池田光徳

この同意書と別紙の「研究協力へのお願い」、「研究計画書概要」は、研究期間（平成 年 月 日）が終了するまで大切に保管し、終了後は破棄していただきますよう、お願い致します。

様式 4

平成 29 年 8 月 23 日

承認書

高知県立大学長 野嶋 佐由美 

下記の研究課題について、高知県立大学研究倫理委員会規程及び研究倫理審査に関する取り扱いについての迅速審査(オ)に基づき、高知県立大学看護研究倫理審査委員会の審査結果を承認いたします。

高知県立大学看護研究倫理審査委員会
委員長 藤田 佐和 

申請者 小原 弘子 様

研究課題 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴

承認番号 看研倫 17-43

高知県立大学看護研究倫理審査委員会において、上記の研究計画における倫理を審査した結果、審査基準の全てを満たしていると判断しましたので、看護研究倫理委員会規程 8 条 6 項により、本研究計画を実施することを承認いたします。

資料 2-2 様式 10

平成 30 年 7 月 4 日

変 更 承 認 書

高知県立大学看護研究倫理審査委員会
委員長 中野 綾美

下記の研究課題について、高知県立大学看護研究倫理審査委員会において、
変更申請事項について審議した結果、本研究計画の申請変更事項を承認いたし
ます。

研究代表者 小原 弘子 様

承認番号 看研倫 17—43 号

研究課題名 高齢患者の褥瘡好発部位における皮膚生理学的指標の特徴