

原 著

3D スキャナーを用いた乳房測定値と 製図器具による徒手乳房測定値の比較検討

小島 康孝* 黒木 知明 佐々木淑恵
福田貴巳佳 青木 絢子 宇都宮裕己
門松 香一

抄録：主に曲面から構成される乳房は、測定対象として明確な測定点を設定しにくく、体位や接触により容易に変形するため、徒手的に正確な測定を行うことが難しい部位である。今回、われわれは、乳癌患者の乳房に対し、乳房切除前に製図器具による徒手測定と3D スキャナーを用いた測定の両方を行い、乳房の横径、縦径、突出度の3つの測定値を比較し、3D スキャナーを用いた測定で適切な乳房再建用シリコンインプラント（Silicone Breast Implant：以下、SBI）のサイズ選択が可能か検討した。2018年1月から9月に昭和大学病院形成外科で乳房再建術を予定した乳癌患者45名90乳房（平均年齢48.1±10.7歳（SD））を対象とした。3D スキャナーは、「Kinect V1[®]」（Microsoft Corporation, America）を使用し、キャプチャーソフトは「Artec Studio PRO[®]」（Artec group, Luxembourg）、画像解析ソフトは「Breast Ragle[®]」（Medic Engineering Corporation, Japan）を用いた。測定は乳房切除術前に行い、3D スキャナーによる測定値と、定規等の製図器具を用いて徒手的に測定した値を比較した。3D スキャナーを用いた測定値は、横径、縦径、突出度の全てにおいて製図器具による徒手測定値より大きい傾向を認めた。両測定値間には正の相関を認め、回帰式を算出することができた。回帰式の自由度調整済み決定係数は、横径および突出度は高い精度を示したが、縦径においては低い精度であった。一方、3D スキャナーによる乳房体積は、実際に使用したSBIの体積と高い相関を示した。3D スキャナーを用いた測定は、製図器具を用いた徒手測定とよく相関し、乳房再建のSBIのサイズ選択に有用であったが、縦径の計測の精度にやや問題があり、今後の検討課題と考えられた。

キーワード：3D、乳房再建、シリコンインプラント、乳癌

緒 言

近年、乳房再建手段の一つとして、乳房切除後の大胸筋下にティッシュエキスパンダー（Tissue Expander：以下、TE）を留置し、数か月かけて残存皮膚、皮下組織、大胸筋を拡張後、二期的にSBI（Silicone Breast Implant：以下、SBI）に交換する方法が広く普及している^{1,2)}。再建術後に良好な乳房形態を得るためには、術前に乳房形態を測定し、適切なサイズのSBIを選択することが重要となる¹⁻⁵⁾。従来の乳房形態測定の方法として、実際のSBIまたはテンプレートを乳房にあてがう方法^{3,4)}、立位

の患者の乳房に基準となる点や線を記し、定規、ノギス、テープメジャーを用いて徒手的に測定する方法^{1,5)}、マンモグラフィーや超音波検査から得た2D画像上での測定方法⁶⁾、CTおよびMRI画像から3Dモデルを作成し測定する方法⁶⁾等が報告されている。SBIのサイズ選択に際しては、乳房の横径を重視する報告が多いが¹⁻⁵⁾、現在、横径、縦径、突出度、容量などの優先度に関して統一した見解はない。現在、われわれは、岩平ら¹⁾が報告した乳房の測定方法に習い、徒手的に定規やノギス等の製図器具を用いた測定（以下、徒手測定）を行い、SBIのサイズ選択を行っている。その際、まず測定した乳

昭和大学医学部形成外科学講座

*責任著者

〔受付：2020年11月19日、受理：2021年1月8日〕

房の横径値に近いSBIを複数選択し、それらの中から突出度の測定値に近い突出度をもつSBIを選び、更に、乳房の縦径の測定値、乳房の下垂具合や乳房頭側（upper pole）の陥凹の程度、TE注水量、切除検体量などを参考に、最終的に3～4種類のSBIに候補を絞って発注し、実際に用いるSBIは術中に判断している。

この方法により、われわれは良好な結果を得ているが、徒手測定は測定に用いる器具の当て方により測定値の変動が生じやすいため操作に慣れが必要で、測定に時間がかかる欠点がある。そこでわれわれは、近年の3D画像解析技術の乳房再建や頭蓋顎顔面外科および歯科領域等の医療分野における応用に関する報告⁷⁻¹⁰⁾に着目し、3Dスキャナーおよび3D画像解析ソフトを用いて患者に接触することなく乳房測定（以下、3D測定）を行い、SBIのサイズ選択において特に重要な、乳房の横径、縦径、突出度の3項目の3D測定値と徒手測定値を比較することで、3D測定値の信頼性を検討した。また、実際に挿入したSBI容量と、患側の乳房体積の3D測定値を比較し、相関を検討した。

研究方法

1. 対象

2018年1月から9月に昭和大学病院形成外科で乳癌に対する乳房再建術を施行予定であった82症例より、信頼水準95%、許容誤差10%の標本サイズである45症例を無作為抽出した。抽出方法は、母集団である82症例を1か月毎に層化し、各層内で抽出間隔を2 ($82/45 \div 2$)として系統抽出する、層化系統抽出法とした¹¹⁾。測定時の年齢分布は29歳から72歳まで、平均年齢は 48.1 ± 10.7 歳 (SD)であった。3D測定と徒手測定は同じ検者が同日に外来で乳房切除前に行った。本研究は、昭和大学における人を対象とする研究等に関する倫理委員会（東京、日本）より既存情報を用いた医学系研究（受付番号：3311）として承認を得て行った。

2. 3Dスキャナーおよび3D画像解析ソフトを用いた測定方法

3Dスキャナーは、「Kinect V1[®]」(Microsoft Corporation, America)を使用した。本装置は2点間の距離を1mm単位で測定することが可能である。撮影前の準備として、データ解析に指標とする両側肩鎖

関節、胸骨上切痕、胸骨下端の4点にシールを貼付した。撮影体位は、直立で両肩関節を30度外転位、肘は伸展位とし、自然吸気時に静止させ撮影した。撮影範囲は、頭尾側方向は頸部から臍下まで、左右方向は両側の乳房外側縁までとし、患者から約60cm離れた位置で、検者が3Dスキャナーを患者の胸壁と並行に円を描くように移動し、約5-10秒で撮影を終了した（図1a）。キャプチャーソフトは「Artec Studio PRO[®]」(Artec group, Luxembourg)、画像解析ソフトは「Breast Rugle[®]」(Medic Engineering Corporation, Japan)を使用した。撮影後は、パーソナルコンピュータ (SEIKO EPSON Corporation, JAPAN, 製品番号NJ5900E, 液晶15.6型) 内に取り込んだ撮影画像データを画面に表示し、先にシールを貼付した4点に点を取り、左右方向をX軸、頭尾側方向をY軸、前後方向をZ軸として、自動で位置合わせを行った（図1b）。さらに、画像上の体の傾きを調整するため、腋窩の高さでXZ平面（水平断面）上に胸壁の輪郭線を描出し、胸骨上切痕、胸骨下端の2点がなす直線を正中としてミラーリングした。ミラーリングした輪郭線は、Y軸回転させ、左右が線対称になるよう重ね合わせ、位置合わせを完了した（図1c）。位置合わせ後は、画像を回転させながら、両側乳房上縁中央（鎖骨中線上で乳房頭側の最陥凹部となる陰影が最も濃い点）、両側乳房最突出点（乳頭付近の最も突出している点）、両側乳房下溝中央（鎖骨中線上で乳房尾側と胸壁との境界が作る溝の陰影が最も濃い点）に手で測定点をとった（図1d）。その後、測定点に基づいて、乳房の左右方向の領域は、乳房内側縁から乳房外側縁まで、頭尾側方向の領域は、乳房上縁中央から乳房下溝中央までとし、乳房最突出点を含めた体表面を、自動でメッシュ化した（図1e）。次に、メッシュ化した画像から乳頭の隆起を除去し、体表面から視認できない乳腺底面を推定胸壁として自動で作成し、前面はメッシュ化した画像、後面は推定胸壁からなる構造体を推定乳房とした（図1f）。推定乳房の横径は、乳頭の高さで乳房内側縁から乳房外側縁まで（下垂例は乳房内側縁から乳房外側縁までの距離が最大になる位置）、推定乳房の縦径は、乳房上縁中央から乳房下縁中央（鎖骨中線上で、乳房が下垂している場合は、乳房が下垂してできる正面視での自由縁との交点、下垂が無い場合は乳房と

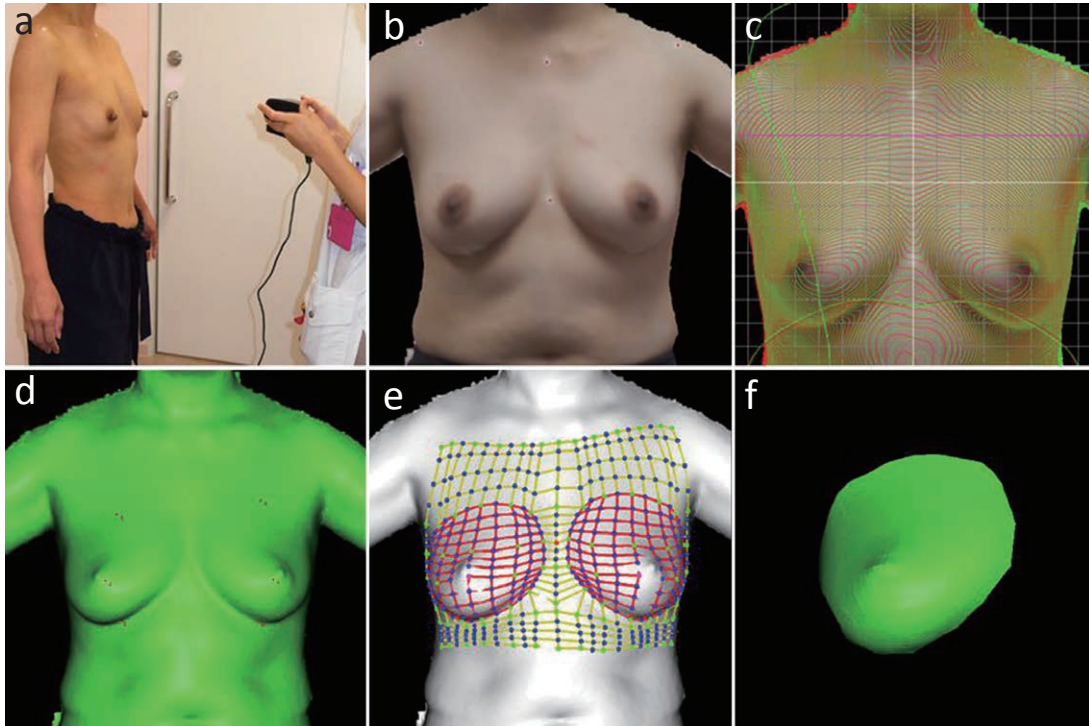


図1 3D スキャナーを用いた乳房測定の実際

- a: 「Kinect V1[®]」撮影の様子。
 b: 3D スキャナー撮影画像の、両側肩鎖関節、胸骨上切痕、胸骨下端の4点(赤点)による位置合わせ。
 c: 3D スキャナー撮影画像の、ミラーリングした胸壁の輪郭線による位置合わせ。
 d: 3D スキャナー撮影画像の、両側乳房上縁中央(右:赤点1,左:赤点4)、両側乳房最突出点(右:赤点2,左:赤点5)、両側乳房下溝中央(右:赤点3,左:赤点6)の測定点。
 e: 3D スキャナー撮影画像を自動的にメッシュ化した乳房表面。
 f: 推定乳房(右)。

胸壁の境界となる溝との交点)までの距離、推定乳房の突出度は、推定胸壁から乳房最突出点までの距離、として設定し、それぞれの最大径および乳房体積を自動で測定した。

3. 製図器具による徒手的な測定方法

製図器具は、20 cm のノギスと 30 cm の定規と 13 cm の三角定規を使用した。測定体位、測定位置は 3D 測定と同条件とした。乳房の横径および縦径は、ノギスを当てて測定し、乳房の突出度は、乳房下縁で乳房最突出点直下の胸壁に定規を垂直に押し当て、その定規に三角定規を垂直になるように立てスライドさせることで測定した(図 2a-c)。

以上の方法で測定した 3D 測定値と徒手測定値間の差を算出し、両側検定を行った。また回帰直線から相関係数および回帰直線の方程式を算出した。SBI による再建を実施した症例は、実際に挿入した SBI 容量と、患側の乳房体積の 3D 測定値で両側検

定を行った。統計解析ソフトは「JSTAT[®]」(Masato Sato, Japan)を使用した。

結 果

計測した 45 症例 90 乳房の横径、縦径、突出度の 3 項目における 3D 測定値と徒手測定値間の差を表 1 に示す(表 1)。徒手測定値に比べ 3D 測定値のほうが、横径では 90 例中 82 例(平均+1.06±0.79 cm, SD)、縦径では 90 例中 79 例(平均+1.31±1.44 cm, SD)、突出度では 90 例中 73 例(平均+0.52±0.70 cm, SD)で大きく算出された。3 項目の差は、統計学的有意差をもって認められた($p < 0.0001$)。横径、縦径、突出度の 3 項目の 3D 測定値と徒手測定値間で両側検定を行ったところ、相関係数が横径では $r=0.86$ ($p < 0.0001$)、縦径では $r=0.55$ ($p < 0.0001$)、突出度では $r=0.80$ ($p < 0.0001$)と算出され、横径および突出度に関して強い正の相関を示し

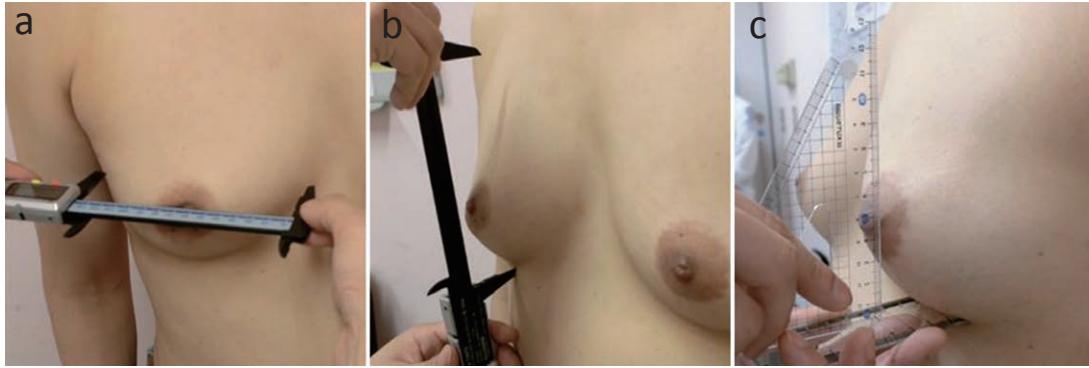


図 2 ノギスと定規による徒手乳房測定の実際
 a: 横径 (ノギスによる測定), b: 縦径 (ノギスによる測定), c: 突出度 (定規による測定).

表 1 患者年齢および、横径、縦径、突出度の 3D 測定値と徒手測定値、両測定値間の差 (差は 3D 測定値-徒手測定値)

		平均値			
		x	SD	Min	Max
患者年齢 (歳)		48.1	10.7	29	72
横径	3D 測定値 (cm)	14.94	1.49	12.2	18.8
	徒手測定値 (cm)	13.87	1.46	11.6	17.6
	差 (cm)	1.06	0.79	-0.6	3.5
縦径	3D 測定値 (cm)	12.59	1.49	9.5	17
	徒手測定値 (cm)	11.28	1.54	7.8	15.1
	差 (cm)	1.31	1.44	-4.6	4.6
突出度	3D 測定値 (cm)	4.16	1.03	2.5	6.8
	徒手測定値 (cm)	3.64	1.13	1.2	7
	差 (cm)	0.52	0.7	-2.7	2.4

たが、縦径はやや弱い正の相関であった (図 3a-c). 以上より、回帰式は、横径では徒手測定値 (cm) = $0.84 \times 3D$ 測定値 (cm) + 1.36 (小数第三位を四捨五入, 補正 $R^2 = 0.7298$, $p < 0.0001$), 縦径では徒手測定値 (cm) = $0.57 \times 3D$ 測定値 (cm) + 4.11 (小数第三位を四捨五入, 補正 $R^2 = 0.2969$, $p < 0.0001$), 突出度では徒手測定値 (cm) = $0.87 \times 3D$ 測定値 (cm) ± 0.00 (小数第三位を四捨五入, 補正 $R^2 = 0.6322$, $p < 0.0001$) と算出された. 回帰式の自由度調整済み決定係数 (補正 R^2) は、横径および突出度は高い精度を示したが、縦径においては低い精度であった. また、算出した回帰式の検証を目的に、無作為抽出時に除外された 37 症例 74 乳房の 3D 測定値に回帰式を適用し、徒手測定値と両側検

定を行ったところ、相関係数が横径では $r = 0.90$ ($p < 0.0001$), 縦径では $r = 0.59$ ($p < 0.0001$), 突出度では $r = 0.90$ ($p < 0.0001$) と算出され、横径および突出度に関して強い正の相関を示し、縦径はやや弱い正の相関であった (図 4a-c). 自由度調整済み決定係数は、横径では補正 $R^2 = 0.8081$, 縦径では補正 $R^2 = 0.3373$, 突出度では補正 $R^2 = 0.8085$ と算出され、横径および突出度は高い精度を示したが、縦径においては低い精度であった. 回帰式の検証により、横径および突出度の回帰式の妥当性を確認した.

また、45 症例中 21 症例で SBI による再建を実施しており、実際に挿入した SBI 容量と、患側の乳房体積の 3D 測定値で両側検定を行ったところ、相関係数は $r = 0.75$ ($p = 0.0001$) と算出され、やや強

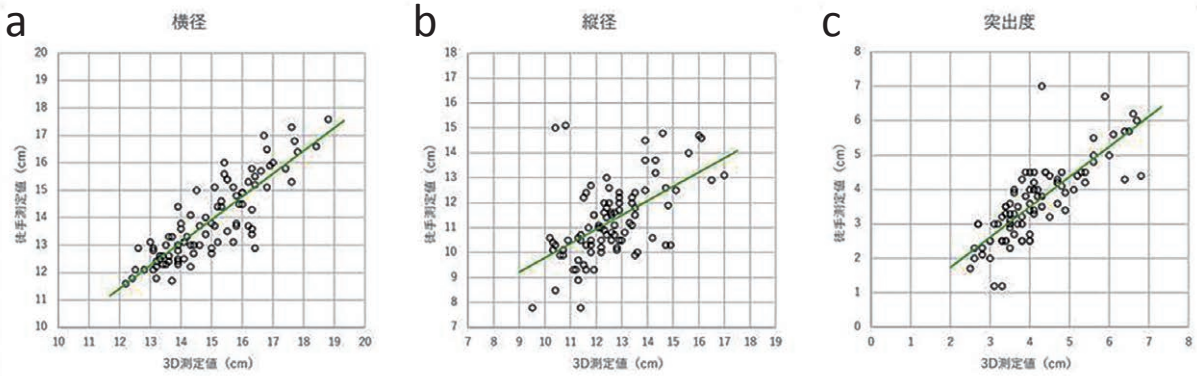


図 3 3D 測定値と徒手測定値の相関
a : 横径 (n=90), b : 縦径 (n=90), c : 突出度 (n=90).

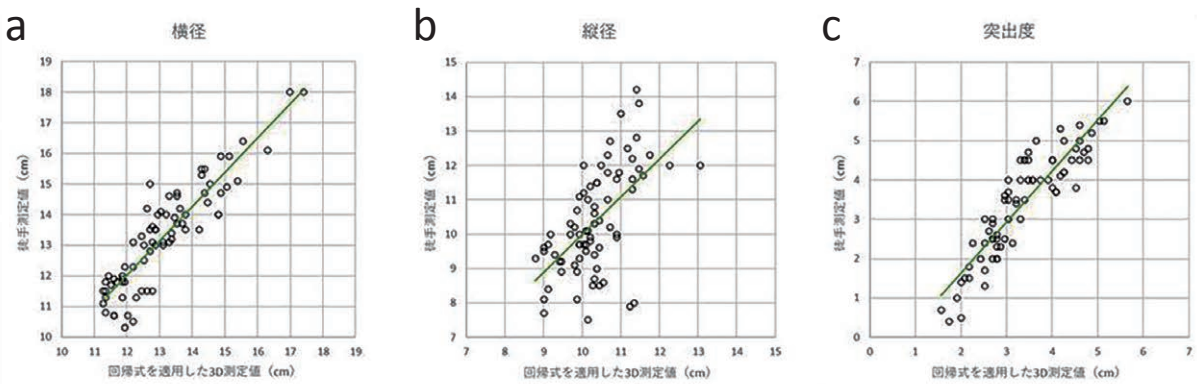


図 4 3D 測定値から回帰式を適用して得られた値と徒手測定値の相関
a : 横径 (n=74), b : 縦径 (n=74), c : 突出度 (n=74).

い正の相関を示した (図 5). 以上より, 患側の乳房体積の 3D 測定値から適切な SBI 容量を推定する回帰式は, $SBI \text{ 容量の推定値 (ml)} = 0.59 \times \text{患側の乳房体積の 3D 測定値 (ml)} + 145.69$ (小数第三位を四捨五入, 補正 $R^2=0.5310$, $p=0.0001$) と算出した.

考 察

1. 乳房再建と SBI のサイズ選択

SBI を用いた乳房再建は, 乳房切除後に TE で胸部組織を拡張後, 二次的に SBI と交換する一次二期再建が広く普及している^{1,2)}. 具体的には, 初回手術で乳房切除後に, 大胸筋下に TE を留置しておき, 外来で数回に分けて TE に注水しながら数か月かけて健側との対称性が得られるまで残存皮膚, 皮下組織, 大胸筋を拡張する. その後, 2 回目の手術で, TE を抜去したスペースに SBI を挿入し, 乳房

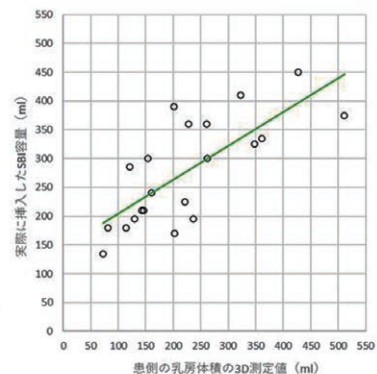


図 5 実際に挿入した SBI 容量と患側の乳房体積の 3D 測定値の相関 (n=21)

再建が完了する.

この際, 留置する SBI のサイズ選択が再建後の乳房形態を大きく左右する. SBI は, 乳房切除前の乳房の横径, 縦径, 突出度, などに加え TE 注水量,

切除検体体積を参考に選択する¹⁻⁵⁾。2020年10月の現在、われわれはAllergan社(Ireland)のSBIを使用しており、同社のSBI「ナトレル[®]Inspireシリーズインプラント(ラウンド型)」は、正円形で、直径は5mm間隔、突出度は1~2mm間隔で70種類が製品化されている(図6)。なお、同社のSBIには、底面が楕円形であるアナトミカル型の製品「ナトレル[®]410プレスト・インプラント」があったが、BIA-ALCL(プレスト・インプラント関連未分化大細胞型リンパ腫)の発生の一因と推測される表面加工がなされていることから、2019年7月にリコールとなって以降、流通していない¹²⁾。アナトミカル型SBIは、横径と縦径が異なるため、サイズ選択の際は、乳房の縦径に合わせてSBIの縦径を、また、乳房の横径に合わせてSBIの横径を決定することになる。

2. 乳房の3D測定

1967年、Burkeら¹³⁾により初めて顔面の3D画像解析が報告されて以降、スキャナーの撮影精度および画像解析技術の向上により、われわれが使用しているハンディタイプの「Kinect V1[®]」(Microsoft Corporation, America)や、据え置き型の「VECTRA[®]」(Canfield Imaging Systems, America)等、非接触型の3D測定機器が、乳房再建や頭蓋顎顔面外科および歯科領域等の医療分野で診療や研究に利用されるようになった⁷⁻¹⁰⁾。3D測定は、撮影した画像上に測定点を設定した後は、解析ソフトが自動的に2点間距離を算出するため、接触や測定手技による誤差が生

じず、再現性に優れ、検者は保存された画像上で測定したい部位を後から何度でも確認することができる。また、撮影時間は短く、われわれは、患者一人の乳房測定に徒手測定では約3分を要しているが、3D測定は約5-10秒で撮影が完了する。そのため診療時間を短縮し、患者負担を軽減することができる。

このような特徴を背景に普及してきた3D測定だが、われわれが渉猟し得る限り、国内では2020年までに乳房の形態測定に対し3Dスキャナーを用いた報告は4件に留まっている^{7,8,14,15)}。いずれも乳房切除検体体積の推定や乳房体積の評価をした文献であるが、この内、SBIのサイズ選択を目的に3D測定を行った研究としては、われわれの先行研究としてUtsumiyaら¹⁴⁾が、SBIによる乳房再建を実施した48症例を対象に、本研究と同じ測定機器を用いて、実際に挿入したSBI容量と、患側の乳房体積の3D測定値で両側検定を行っている。この研究では、相関係数は $r=0.81$ ($p < 0.001$)と強い正の相関を示し、Utsumiyaら¹⁴⁾は、回帰式(SBI容量の推定値(ml) = $0.90 \times$ 患側の乳房体積の3D測定値(ml) + 65.42 (小数第三位を四捨五入, 補正 $R^2=0.6455$, $p < 0.001$))を算出し、3D測定から算出される推定乳房体積がSBIのサイズ選択の一助となると報告した。しかしながら、乳房形態は多様であり、例えば下垂の強い乳房と突出度の高い乳房とでは明らかに形態が違って体積が同じになり得ることなどを考慮すると、体積だけでなく乳房形状を表現する複数の測定値も加味してSBIのサイズ

低 LOW 15サイズ			やや低 LOW PLUS 15サイズ			中 MODERATE 15サイズ			高 FULL 13サイズ			特高 EXTRA FULL 12サイズ		
容量 (cc)	横 (cm)	厚さ (cm)	容量 (cc)	横 (cm)	厚さ (cm)	容量 (cc)	横 (cm)	厚さ (cm)	容量 (cc)	横 (cm)	厚さ (cm)	容量 (cc)	横 (cm)	厚さ (cm)
-			125	9.5	2.5	140	9.5	3.0	180	9.5	4.0	200 [®]	9.5	4.2
110	10.0	2.0	145	10.0	2.6	175	10.0	3.3	220	10.0	4.2	225	10.0	4.5
140	10.5	2.1	165	10.5	2.7	210	10.5	3.5	240	10.5	4.3	285	10.5	5.0
170	11.0	2.2	190	11.0	2.8	240	11.0	3.7	265	11.0	4.4	340	11.0	5.4
200	11.5	2.3	220	11.5	3.0	275	11.5	3.9	335	11.5	4.7	400	11.5	5.8
230	12.0	2.4	250	12.0	3.1	310	12.0	4.0	365	12.0	4.9	445	12.0	6.0
260	12.5	2.5	280	12.5	3.3	345	12.5	4.2	415	12.5	5.1	495	12.5	6.1
290	13.0	2.6	320	13.0	3.4	375	13.0	4.3	485	13.0	5.4	545	13.0	6.2
320	13.5	2.7	360	13.5	3.5	445	13.5	4.5	560	13.5	5.7	580	13.5	6.4
350	14.0	2.8	400	14.0	3.6	485	14.0	4.6	605	14.0	5.8	650	14.0	6.5
380	14.5	2.9	440	14.5	3.8	520	14.5	4.8	650	14.5	5.9	750	14.5	6.7
410	15.0	3.0	490	15.0	3.9	600	15.0	4.9	745	15.0	6.1	-		
460	15.5	3.1	540	15.5	4.0	640	15.5	5.0	770	15.5	6.0	800	15.5	6.7
510	16.0	3.2	590	16.0	4.2	685	16.0	5.2						
560	16.5	3.3	640	16.5	4.3	755	16.5	5.0						
610	17.0	3.4												

図6 現在、健康保険適応となっているAllergan社の「ナトレル[®]Inspireシリーズインプラント(ラウンド型)」製品一覧(アラガン・ジャパン医療関係者向け製品ホームページ:ナトレル[®]プレスト・インプラント製品概要(<https://www.allergan.jp/ja-jp/products>))

選択をすることが望ましい。先述の如く、ラウンド型 SBI は直径、突出度、アナトミカル型 SBI では、横径、縦径、突出度、ごとに製品化されているが、SBI のサイズ選択を目的としてこれらの項目の 3D 測定値を研究した報告は未だなされていない。3D 測定を SBI のサイズ選択に役立てるには、乳房の横径、縦径、突出度の 3 項目について、徒手計測値と比較することで 3D 計測値の信頼度を証明する必要がある。

3. 3D 測定値と徒手測定値の乖離、および 3D 測定値の信頼性

3D 測定値と徒手測定値を比較した結果、徒手測定値に比べ 3D 測定値の方が、横径では平均約 +1 cm、縦径では平均約 +1.3 cm、突出度では平均約 +0.5 cm と、3 項目全てで大きく算出された。

これは、3D 測定時の、画面上の乳房輪郭線の幅や、プロットした点の面積の分、3D 測定点が徒手測定点より外周に位置することにより、徒手測定値に比べ 3D 測定値の方が大きく算出されたものと思われる。また、3D 測定における画面上の測定点と、徒手測定時に肉眼で設定する測定点が一致していない症例があった可能性も考えられた。特に縦径の測定点は、乳房上縁を乳房頭側の陥凹部の陰影を目安に決定するため、容量が小さく平坦な乳房や、下垂が強い乳房などでは、最陥凹点が不明瞭で、再現性のある設定が難しく、肉眼で設定した最陥凹点の陰影が、3D 測定時の画面上に反映できていなかった可能性が高い。

また、本研究では、実際に挿入した SBI 容量と、患側の乳房体積の 3D 測定値はやや強い相関を示した。Utsunomiya ら¹⁴⁾の研究結果と比較すると相関および回帰式の精度はともに低く、両回帰式間で傾きおよび切片の値に乖離を認めたが、これは、本研究の対象中、実際に SBI を挿入した症例数が Utsunomiya ら¹⁴⁾の対象数に比して半数未満と少なかったことと、前述した乳房頭側の最陥凹部設定点の不正確さによるものと推察する。

4. SBI のサイズ選択における 3D 測定値の信頼性

現在、われわれは、徒手測定値に基づいた SBI のサイズ選択方法によって、良好な結果を得ており、3D 測定値に回帰式を適用し、徒手測定値と同等の数値を算出することができれば、3D 測定は徒手測定に代わる測定手段となり得ることになる。現

在、国内で使用できる Allergan 社の SBI は製品リコール以後、全て正円形となっているため、現状では、3D 測定と徒手測定間で得られる縦径値の乖離は、SBI のサイズ選択に影響を及ぼすことはない。しかし、底面が楕円形であるアナトミカル型 SBI の発売が再開された場合には、縦径の測定値の信頼性の向上が必要となる。両測定間の縦径値の乖離は、主に 3D 測定時の画像の解像度が影響を与えていると考えられ、3D スキャナーの解像度の向上および、取り込んだデータの質を損なわずに解析可能なソフトの導入が求められる。

5. 3D 測定を用いた乳房再建における今後の展望

今後は徒手測定値をもとにサイズ選択した SBI 群と、3D 測定値によりサイズ選択した SBI 群間で、実際に用いた SBI の採用率や、患者満足度等のデータを比較検討する後続研究を考えている。加えて、患者を Regnault 分類などの下垂度による分類や乳房体積の大小で分けた分類に振り分け、グループごとに評価することで回帰式の精度を向上できるのではないかと考えており、今後の検討課題である。

結 語

乳癌患者の乳房に対し、乳房切除前に徒手測定と 3D 測定の両方を行い、乳房の横径、縦径、突出度の 3 つの測定値を比較し、3D 測定の信頼性を検討した。この結果、乳房の横径、突出度に関しては、高い相関を認め、精度の高い回帰式を算出することができた。これにより、3D 測定は、ラウンド型 SBI のサイズ選択においては、徒手測定と同等の信頼性を持ち得ると考えた。また、今後、画像解像度の向上により、乳房の縦径における 3D 測定値の精度が高まれば、アナトミカル型 SBI のサイズ選択においても有用な測定手段となるものと考えられる。

利益相反

本研究について、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 岩平佳子編. これから始める外科医のための人工物乳房再建マニュアル. 東京: 金原出版; 2014.
- 2) 矢島和宜, 野平久仁彦, 新富芳尚, ほか. 人工物を用いた immediate secondary reconstruction (一次二期再建) の有用性. 形成外科. 2015;58: 133-145.
- 3) 矢野健二, 小川朋子編. 乳房オンコプラスティッ

- クサージャー 根治性と整容性を向上させる乳がん手術. 東京: 克誠堂出版; 2014.
- 4) 種子田紘子, 酒井成身. エキスパンダー: われわれの工夫とコツ 乳房再建における適切な乳房エキスパンダーの使用とインプラントの選択. 創傷. 2014;5:124-131.
 - 5) 石井直弘, 飯田拓也. 乳房再建シリコンインプラントの至適サイズの決定法について 対側乳房形態のパラメーターを参考にして選択. 医事新報. 2019;4981:60-61.
 - 6) Kovacs L, Eder M, Hollweck R, *et al.* Comparison between breast volume measurement using 3D surface imaging and classical techniques. *Breast*. 2007;16:137-145.
 - 7) 山下昌宏, 澤泉雅之, 柴田知義. 乳房再建 (インプラント) における 3D 形状測定の現状. 形成外科. 2016;59:1049-1057.
 - 8) 富田興一, 矢野健二, 波多祐紀, ほか. 乳房再建 (遊離皮弁) における 3D 形状測定の現状. 形成外科. 2016;59:1093-1099.
 - 9) Carmen G, Terada K, Ishii K, *et al.* 片側性口唇・口蓋裂患者における中顔面部発育の 3次元評価 (Three-dimensional evaluation of mid-facial development in unilateral cleft lip and palate patients). *Orthod Waves*. 2004;63:40-47.
 - 10) Kaihara Y, Kihara T, Kakayama A, *et al.* 歯科用模型分析のための非接触 3D 測定システムの正確性 (Accuracy of a non-contact 3D measuring system for dental model analysis). *Pediatr Dent J*. 2013;23:71-78.
 - 11) 福井武弘. 標本調査の理論と実際. 東京: 日本統計協会; 2013.
 - 12) Collet DJ, Rakhorst H, Lennox P, *et al.* Current risk estimate of breast implant-associated anaplastic large cell lymphoma in textured breast implants. *Plast Reconstr Surg*. 2019;143:30S-40S.
 - 13) Burke PH, Beard LF. Stereo-photogrammetry of the face. *Rep Congr Eur Orthod Soc*. 1967; 279-293.
 - 14) Utsunomiya H, Kusano T, Sato N, *et al.* Estimating implant volume and mastectomy-specimen volume by measuring breast volume with a 3-dimensional scanner. *Ann Plast Surg*. 2017;79:79-81.
 - 15) 素輪善弘, 児玉卓也, 堀とも子, ほか. 3D 計測による健側乳房定量的縮小・固定を併用した乳房インプラント再建. *Oncoplast Breast Surg*. 2020;5:13-17.

Correlation between measurements of the breast using a 3D scanner and a drafting equipment

Yasutaka Kojima*, Tomoaki Kuroki, Yoshie Sasaki,
Kimika Fukuda, Ayako Aoki, Hiroki Utsunomiya
and Koichi Kadomatsu

Abstract — The breast of patients with breast cancer was measured using a drafting equipment, such as rulers (manual measurement), and a 3D scanner (3D measurement) before performing mastectomy. In addition, three measurements (transverse diameter, longitudinal diameter, and breast prominence) were compared between the two techniques (manual and 3D measurements) to determine whether an appropriate silicone breast implant (SBI) for breast reconstruction surgery could be chosen on the basis of 3D measurements. In this study, we included 45 patients with breast cancer who were scheduled for breast reconstruction surgery in the Department of Plastic Surgery at the Showa University Hospital from January to September 2018. The 3D scanner used was “Kinect V1[®],” and the capture and image analysis softwares used were “Artec Studio PRO[®]” and “Breast Rugle[®],” respectively. The 3D measurements tended to be larger than the manual measurements. A positive correlation between both measurements was observed, and a regression equation was calculated. As for the adjusted coefficient of determination, the transverse diameter and prominence showed high precision, whereas the longitudinal diameter measurement showed low precision. In addition, the volumes of SBI used for breast reconstruction surgery were well-correlated with the breast volumes measured using the 3D scanner. The 3D measurements were well-correlated with the manual measurements, and these measurements were useful in choosing an SBI for breast reconstruction. However, problems associated with precise measurement of the longitudinal diameter still need to be resolved in future examinations.

Key words: 3D scanner, breast reconstruction, silicone breast implant, breast cancer

[Received November 19, 2020 : Accepted January 8, 2021]