

原 著

骨盤 X 線撮影による 0-angle 計測は 分娩予後予測に有用で、経会陰超音波検査における 児頭下降度 station ± 0 の可視化に応用できる

関谷 文武¹⁾ 松岡 隆^{*1)} 瀧田 寛子¹⁾
新垣 達也¹⁾ 徳中真由美¹⁾ 濱田 尚子¹⁾
大場 智洋¹⁾ 仲村 将光¹⁾ 三浦 裕子²⁾
廣瀬 一浩²⁾ 真井 康博²⁾ 関沢 明彦¹⁾

抄録：経膈分娩の進行にともなう児頭下降度は、恥骨下端と両座骨棘を結ぶ平面 (station ± 0) と児頭先進部との位置関係を内診指にて評価する。しかし、内診は主観的で、基準断面となる station ± 0 を臨床上客観的に評価できない。また、児頭下降度を客観的に評価するために経会陰超音波検査を用いても、座骨棘が母体正中矢状断面になく、超音波検査で描出できないことから station ± 0 を決定できない。本研究の目的は、経会陰超音波検査で日本人における station ± 0 の位置を可視化するための方法を開発し、分娩予後との関連を調査することである。35～39 週の日本人正常単胎頭位妊婦の骨盤矢状断面 X 線検査 (Guthmann 法) の 501 画像を用いて、投影された座骨棘と恥骨下縁を結ぶ直線を station ± 0 の平面として、この直線と恥骨長軸とが成す角度を 0-angle として計測した。そのうえで、0-angle の再現性 (検者内、検者間誤差) を確認するとともに、0-angle と母体背景因子 (年齢、身長、非妊時 BMI、撮影時週数) および、分娩予後 (帝王切開、器械分娩頻度、分娩所要時間) との関連を検討した。0-angle の平均 ± 標準偏差は $118.9 \pm 5.9^\circ$ で正規分布を示し、検者内誤差、検者間誤差の級内相関係数はそれぞれ 0.973 (95% CI: 0.950-0.986), 0.967 (95% CI: 0.938-0.982) であった。全ての母体背景因子において 0-angle との相関性は認めなかった。一方、帝王切開群の 0-angle は経膈分娩群に比べ有意に小さく ($119.1 \pm 6.0^\circ$ vs $116.9 \pm 5.1^\circ$)、特に、帝王切開症例での分娩停止群で有意に小さかった ($119.1 \pm 6.0^\circ$ vs $115.9 \pm 4.5^\circ$)。0-angle は再現性が良く、母体の体格に依存せず汎用性の高い指標であった。分娩停止となる群で 0-angle が有意に小さいことから、骨盤入口面・澗部が浅い骨盤は児頭下降不良を引き起こしやすいことが示された。また、児頭下降度を客観的に評価出来る経会陰超音波検査において 0-angle を用いて station ± 0 を可視化することができた。

キーワード：児頭下降度, station ± 0, 0-angle, 経会陰超音波検査

緒 言

分娩進行での児頭下降度は、両座骨棘と恥骨後面を通る平面 station ± 0 の基準平面と児頭先進部の高さの距離を推測して、station ± cm で評価する。内診は盲目的検査であり、主観的で、再現性に乏しいとされる¹⁻³⁾。station 値は経膈分娩の成否を左右

する重要所見であり、分娩経過中に胎児機能不全が発生した場合には児頭下降度の評価によって、帝王切開か、吸引・鉗子分娩かの選択が行われる。通常、児頭下降度が station + 3 以上に下降していれば、産科的手術 (鉗子分娩、吸引分娩) が可能となるが^{4,5)}、この評価を誤ることで産科手術不成功となることもあり、分娩管理においては重要な指標で

¹⁾ 昭和大学医学部産婦人科学講座

²⁾ 慶愛病院

* 責任著者

〔受付：2020 年 11 月 19 日, 受理：2020 年 12 月 25 日〕

ある。よって、station ± 0 の同定は分娩進行度の評価精度を高めるうえでも、不可欠かつ重要である。しかし、station ± 0 は仮想平面であり可視化できず、主観的で、下降度を正確に測定して他者の所見との一致率は高くなく、情報共有における課題となっている。近年、児頭下降度を経会陰超音波検査を用いて客観的に評価する方法が検討されている。経会陰超音波プローブを恥骨長軸に合わせ、母体矢状断面で児頭を描出し、児頭下降度を客観的に評価する方法である。しかし、分娩進行の station ± 0 にあたる基準平面を決めるためには座骨棘の同定が必要であるものの、恥骨長軸に一致した骨盤矢状断面では座骨棘を同時に描出できない。そこで、経会陰超音波検査の画面上で station ± 0 を示すことが出来れば、児頭下降度をより正確に、定量的に評価できる。一方、X 線骨盤計測法である Guthmann 法は立体的な骨盤を側面から投射することにより、同一平面上に恥骨と両座骨棘の位置関係を示す撮影法である。つまり、Guthmann 法では station ± 0 を可視化して客観的に評価可能であり、恥骨長軸と station ± 0 のなす角度 (0-angle) を固定できれば、経会陰超音波画像上の station ± 0 を規定して、この角度から児頭下降度を客観的に評価可能になると考えられる。この 0-angle の個人差はどの程度あるのかが、この方法での児頭下降度評価の精度にもつながる。また、その個人差が分娩の転帰にどのように影響するのかについてもこれまで検討されていない。そこで、日本人で妊娠後期に Guthmann 法で撮影した X 線画像を用い、骨盤の station ± 0 の平面を同定して、0-angle を測定し、その角度の平均とばらつきについて検討するとともに、0-angle と母体背景因子との関連、また分娩転帰との関連を検討した。

研究方法

2017 年 11 月から 2019 年 3 月までの間に慶愛病院 (帯広市) で妊娠分娩管理を行った日本人の頭位単胎症例で、妊娠後期 (35 ~ 39 週) に分娩前評価として施行した X 線骨盤計測 Guthmann 法を実施した症例で、予定帝王切開 (子宮既往手術後妊娠、骨盤位妊娠、多胎妊娠) となった症例、および、胎児形態異常のあった症例を除外した 501 例を対象とし、診療録より後方視的に調査した。骨盤計測 X 線画像を用い、恥骨 (pubic bone) と座骨棘 (ischial spine) を

同定し (図 1)、恥骨長軸 (long axis of pubic) と恥骨下縁 (A) と座骨棘を結ぶ直線が成す角度を 0-angle と定義して、その角度を計測した。また、検者内誤差、検者間誤差の検討として、501 症例から無作為に抽出した骨盤側面画像 40 画像について、同一検者で 2 回、2 名の異なる検者で 2 回 0-angle をそれぞれ測定し、級内相関係数 (intraclass correlation coefficients) を用いて再現性を検討した。次に、0-angle の臨床的な意義を明らかにするため、0-angle と母体背景因子 (年齢、身長、非妊時 BMI、撮影時週数) を群間比較 (unpaired t-test)、および分娩後因子 (帝王切開、器械分娩頻度、分娩所要時間) を相関分析 (Pearson の相関分析) で検定し、関連を検討した。統計学的解析は SPSS statistics ver. 22.0 (IBM Japan, Ltd, Tokyo, Japan) を用い、5% 有意水準で検定した。使用した X 線発生装置一式は、RAD speed Pro (SHIMADU 社製) を、FPD (Flat Panel Detector) は AeroDR1717 (KONICA MINOLTA 社製) を用いた。撮影条件は電圧管 120 kv、管電流 250 mA で、曝射時間は 25 msec (6.3 mAs)、撮影距離 SID (Source to image receptor distance) は 100 cm とした。本研究は慶愛病院倫理委員会の承認を受けて行った (慶倫会 29-115)。

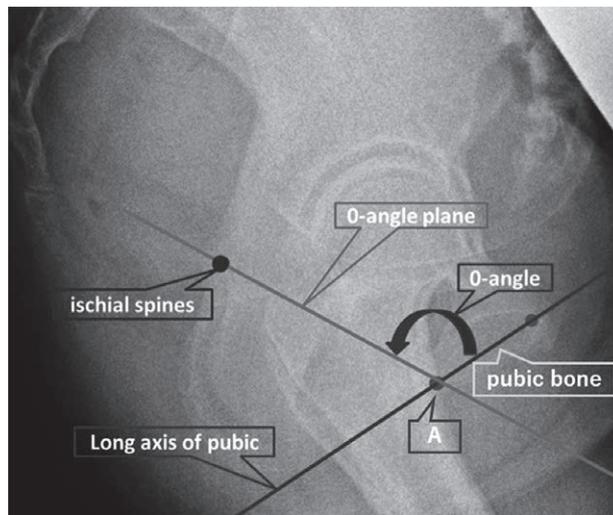


図 1 X 線骨盤計測画像 (Guthmann 法) における 0-angle 恥骨 (pubic bone) の長軸 (long axis of pubic) と恥骨下縁 (A) と座骨棘 (ischial spines) を結ぶ直線 (0-angle plane) とのなす角度を 0-angle とした。

結 果

0-angle の分布と再現性

対象症例の全 501 画像で 0-angle は計測可能であり、計測した値は正規分布を示し、平均 ± 標準偏差は $118.9 \pm 5.9^\circ$ であった (図 2)。0-angle 計測の級内相関係数は検者内誤差 0.973 (95% CI, 0.950-0.986)、検者間誤差 0.967 (95% CI, 0.938-0.982) であった (表 1)。

0-angle と母体背景因子、分娩予後との関連

対象症例の分娩転帰を図 3 に示す。501 症例中、経膈分娩 465 例 (92.8%)、帝王切開 36 例 (7.2%) であった。経膈分娩 465 例中に器械分娩を要したのは 54 例、自然分娩は 465 例であり、器械分娩率は経膈分娩症例の 11.6% であった。帝王切開の適応を分娩停止とそれ以外で分けると、分娩停止は 15 例で帝切症例の 41.7% であった。501 例の母体背景は、年齢 (years) : 29.0 (17-44 ; 28)、身長 (cm) : 157.6 (142-173 ; 157)、非妊時 BMI (body mass index) : 21.0 (14.8-33.5 ; 20.5)、Guthmann 撮影時の妊娠週数 (weeks) : 37.9 (35.4-40.4 ; 37.7)、であった (表 2)。0-angle は母体背景因子である母体年齢、母体身長、

非妊娠時 BMI、Guthmann 法撮影時の妊娠週数の何れの項目との間にも相関を認めなかった (表 3)。0-angle と分娩予後との検討で、経膈分娩群に比べ帝王切開群で 0-angle が有意に小さかった ($119.1 \pm 6.0^\circ$ vs $116.9 \pm 5.1^\circ$ p-value=0.036)。さらに、帝王切開群

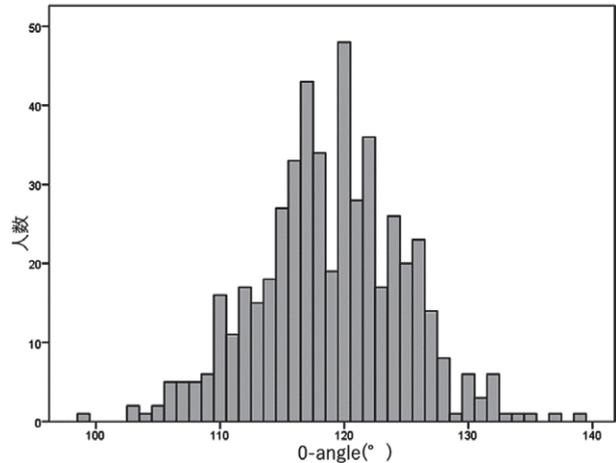


図 2 0-angle のヒストグラム
対象 501 例の 0-angle 値は正規分布を示し、平均 ± 標準偏差は $118.9 \pm 5.9^\circ$ であった。

表 1 0-angle 計測の検者内・検者間誤差検定

	95% limits	Interclass correlation		
		ICC*	95% CI	p-value
intra-observer variability	$\pm 1.94^\circ$	0.973	0.950-0.986	< 0.0001
inter-observer variability	$\pm 2.13^\circ$	0.976	0.938-0.982	< 0.0001

*級内相関係数 (ICC) intraclass correlation coefficients

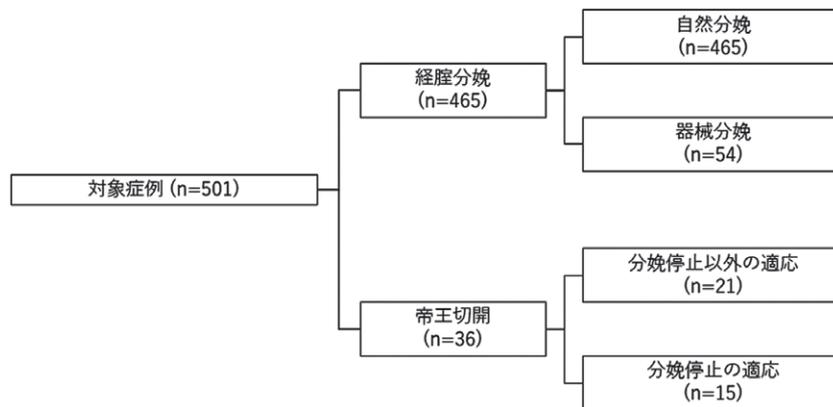


図 3 対象症例の分娩転帰

表 2 対象の背景

Characteristic	Value average (range ; median)
年齢 (years)	29.0 years (range 17-44 years ; median 28 years)
身長 (cm)	157.6 cm (142-173 cm ; 157 cm)
非妊時 body mass index (kg/m ²)	21.0 kg/m ² (14.8-33.5 kg/m ² ; 20.5 kg/m ²)
Guthmann 撮影時の妊娠週数 (weeks)	37.9 weeks (35.4-40.4 weeks ; 37.7 weeks)

表 3 母体背景因子と 0-angle の相関検定

	0-angle (°)		
	Pearson		
	r	p	n
年齢 (years)	0.04	0.376	501
身長 (cm)	-0.011	0.804	501
非妊時 body mass index (kg/m ²)	0.070	0.120	501
Guthmann 法撮影時の妊娠週数 (weeks)	0.022	0.618	501

r : Pearson product-moment correlation coefficient

を帝王切開理由で経膈分娩群と比較すると、分娩停止帝王切開群では有意に 0-angle が小さかった ($119.1 \pm 6.0^\circ$ vs $115.9 \pm 4.5^\circ$ p-value=0.040) が、経膈分娩群と分娩停止以外の帝王切開群では有意差を認めなかった。経膈分娩群の中で器械分娩の有無によって 0-angle に差は認めなかった。また、分娩所要時間 (hr) にも有意差を認めなかった (表 4)。

考 察

本研究により、日本人女性における恥骨長軸と児頭下降度評価の基準断面となる station ± 0 の成す角度の 0-angle 母体の体格との相関はなく、 $118.9 \pm 5.9^\circ$ (平均 ± 標準偏差) であることを明らかにした。さらに、経膈分娩中に分娩停止により帝王切開となる妊婦の骨盤は、経膈分娩完遂群に比べ 0-angle が有意に小さいことを明らかにした。

station ± 0 と 0-angle と母体因子の相関に関して

De Lee は、骨盤入口面に一致する平面からで尾骨先端を通る平行面までを 3 区分し (Hodge の平行平面)、座骨棘を通る平行面を station ± 0 とした⁶⁾。しかし、児頭は垂直方向に直線的ではなく、

骨盤内を骨盤誘導線に沿って下降してくる。本邦では内診は骨盤誘導線にそって下降した児頭先端部の位置を station ± 0 を基準に内診にて評価している⁷⁾。しかし、station ± 0 は恥骨下端と両座骨棘を結ぶ仮想平面であり、内診による評価は客観性、再現性が乏しい。これまでさまざまな規模、検査対象、検査方法を利用して恥骨結合と、座骨棘の位置関係を同定する研究が行われてきた。Henrich W らは当初 1 人の 2 回経産婦の非妊時の CT 画像を使用して恥骨下端の垂直平面と座骨棘の平面 (Hodge の平行平面) の距離を検証している⁸⁾。その後 23 人の非妊婦の CT 画像で再検証し、その距離は 32.35 mm (± 4.46 mm) であることを報告した⁹⁾。しかし、骨盤の大きさは、母体の身長と相関するため、DeLee の station ± 0 を Hodge の平行平面で求めるとその距離も母体身長と相関し、汎用性に欠ける。一方、今回われわれが測定した 0-angle によって station ± 0 を規定する方法は、角度によって規定することで母体の身長などの、体格の変数に影響を受けない指標となり、より普遍的に用いることの出来る指標と考えられた。

表 4 分娩予後因子と 0-angle の相関検定

	0-angle (°)		
	n	mean ± sd	p-value
分娩方法			0.036
経膈分娩	465	119.1 ± 6.0	
帝王切開	36	116.9 ± 5.1	
分娩停止による帝王切開			0.040
経膈分娩	465	119.1 ± 6.0	
分娩停止による帝王切開	15	115.9 ± 4.5	
分娩停止以外の理由に帝王切開			0.292
経膈分娩	465	119.1 ± 6.0	
分娩停止以外の理由に帝王切開	21	117.7 ± 5.5	
器械分娩			0.706
自然分娩	411	119.0 ± 5.9	
器械分娩	54	119.4 ± 6.4	

	0-angle (°)		
	Pearson		
	r	p	n
分娩所要時間 (hr)	0.001	0.984	465

P-value : unpaired t test (0 vs. 1)

r : Pearson product-moment correlation coefficient

0-angle と分娩予後因子の相関に関して

分娩の三要素は娩出物・娩出力・産道であり、この三要素が相まって上手くいったとき経膈分娩が完了する。産道は骨産道と軟産道からなり、骨盤の大きさは母体の体格との相関が強い。しかし、低身長之母体からも 3,000 g 以上の胎児が娩出されることから、ただ骨盤が大ききだけでなく、形状や娩出力が影響している。骨盤は恥骨結合上縁—恥骨上縁—腸骨内面の弓状線—仙骨岬角を結ぶ線（骨盤分界線）で大骨盤と小骨盤に分けられ、骨盤分界線より下方を小骨盤という¹⁰⁾。骨産道は小骨盤が囲む内腔であり、上から骨盤入口部、闊部、峡部、出口部で構成され（図 4）、この曲った産道を見頭が回旋しつつ下降する。見頭が骨盤入口面に見頭が侵入すると見頭は屈位（第 1 回旋）となり、闊部に進入すると見頭が後頭部を母体前方へ回旋しつつ下降する（第 2 回旋）。見頭回旋のメカニズムは明らかではないが、硬い曲がった骨産道を弾性円柱状の胎児を押

a: 入口面 b: 闊面 c: 峡面 d: 出口面

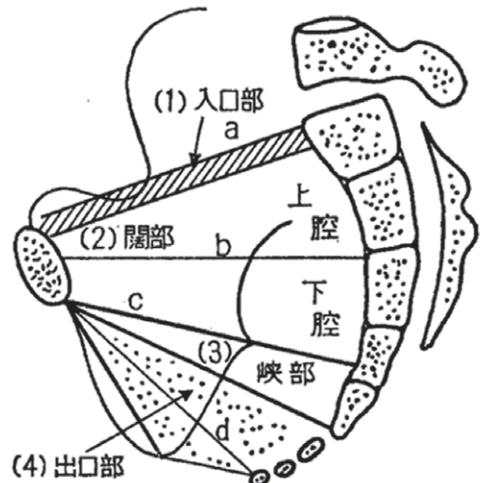


図 4 骨盤腔の解剖

高知床志, ほか, 骨盤の大きさに関する小委員会報告, 産科諸定義委員会報告; 1972 年 9 月: 172-173 より引用

し込む実験をすると屈曲性の強い側面が管腔の湾曲の内側に向かうように回旋するとする Shellheim H の説が有力である¹¹⁾。また、Viet, J は座骨棘が第二回旋の重要な起点となると論じているように¹²⁾、骨産道は良好な児頭回旋に重要な要素となっている。児頭が骨盤入口部、闊部を通過し、第二回旋が完了すれば、児頭は station ± 0 を超えて下降し、第 3 回旋から経膈分娩完遂に至る。つまり、0-angle の小さい骨盤は、骨盤入口部と骨盤闊部を合わせた部位が浅く、短いこと示している。経膈分娩経過中に分娩停止となって帝王切開を行った群で 0-angle が小さかったことは、すなわち、浅い骨盤入口部と闊部の骨盤であったことになり、児頭の第 1 および第 2 回旋に影響したことで、分娩が停止する頻度が高まったと考えられた。

0-angle の経会陰超音波への応用

経会陰超音波検査は分娩進行を可視化して客観的な評価を可能にしている^{13,14)}。Youssef A らの報告によれば、分娩管理者の 23.5% が児頭下降度の評価に超音波を使用したとし、今後の分娩管理では必須の検査になると思われる¹⁵⁾。経会陰超音波検査では骨盤を矢状断で観察し、児頭の下降度を恥骨長軸と児頭先進部の接線の成す角度 Angle of progression (AoP) により児頭の下降度を評価する¹⁶⁾。しかし、AoP は内診による児頭下降度を直接表さないという欠点がある。よって、Tutschek らは恥骨下端の垂直平面と座骨棘を通る平面 Hodge の平行平面における station ± 0 の距離を非妊娠女性の CT より

算出したが、距離で規定する station ± 0 は母体身長と相関していた¹⁷⁾。0-angle は身長体格の影響を受けないため、汎用性が高く経会陰超音波で、恥骨長軸の直線を引き、恥骨下端から 0-angle = 119° を描くことで station ± 0 平面を同定することを可能にした (図 5)。よって、0-angle を用いた経会陰超音波検査による児頭下降度評価は画面上に station ± 0 を可視化することで客観的かつ評価の共有を可能にすると思われた。

利益相反

本研究に関し開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Buchmann E, Libhaber E. Interobserver agreement in intrapartum estimation of fetal head station. *Int J Gynaecol Obstet.* 2008;101:285-289.
- 2) Dupuis O, Silveira R, Zentner A, et al. Birth simulator: reliability of transvaginal assessment of fetal head station as defined by the American College of Obstetricians and Gynecologists classification. *Am J Obstet Gynecol.* 2005;192:868-874.
- 3) Sherer DM, Miodovnik M, Bradley KS, et al. Intrapartum fetal head position II: comparison between transvaginal digital examination and transabdominal ultrasound assessment during the second stage of labor. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19:264-268.
- 4) 日本産科婦人科学会, 日本産婦人科医会編. 吸引・鉗子娩出術の適応と要約, および実施時の注意点は? 産婦人科診療ガイドライン 産科編 2020. 東京: 2020. pp206-210.
- 5) ACOG Practice Bulletin No. 154: Operative Vaginal Delivery. *Obstet Gynecol.* 2015;126:e56-e65.
- 6) De Lee JB, ed. The principles and practice of obstetrics. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders company; 1924.
- 7) Takeda S, Takeda J, Koshiishi T, et al. Fetal station based on the trapezoidal plane and assessment of head descent during instrumental delivery. *Hypertens Res Pregnancy.* 2014;2:65-71.
- 8) Henrich W, Dudenhausen J, Fuchs I, et al. Intrapartum translabial ultrasound (ITU): sonographic landmarks and correlation with successful vacuum extraction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28:753-760.
- 9) Tutschek B, Braun T, Chantraine F, et al. Computed tomography and ultrasound to determine fetal head station. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49:279-280.

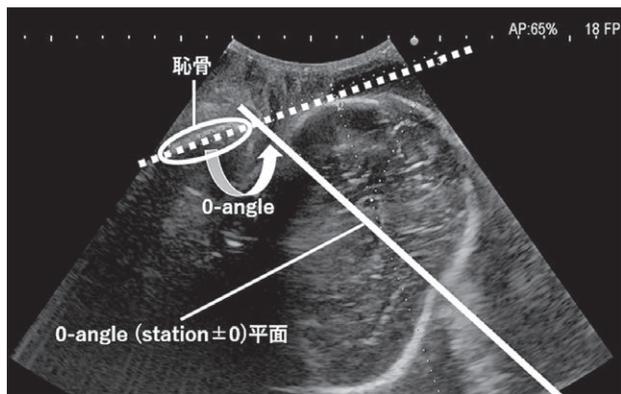


図 5 経会陰超音波検査における station ± 0 の描出
0-angle を用いて経会陰超音波検査画面上に station ± 0 を描出した。これにより、分娩進行中に児頭下降度を客観的に観察することを可能にした。

- 10) 高知床志, 荒木口出之助, 尾島信夫, ほか. 骨盤の大きさに関する小委員会報告. *日産婦誌*. 1972;24:172-173.
- 11) Sellheim H. Die Beziehungen des Geburtskanales und des Geburtsobjektes zur Geburtsmechanik. Leipzig: Georg Thieme; 1906.
- 12) Veit J. Die Anatomie des Beckens im Hinblick auf den Mechanismus der Geburt: eine geburtshulfliche Studie. Stuttgart: Enke; 1887.
- 13) Ghi T, Contro E, Farina A, *et al.* Three-dimensional ultrasound in monitoring progression of labor: a reproducibility study. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;36:500-506.
- 14) Molina FS, Terra R, Carrillo MP, *et al.* What is the most reliable ultrasound parameter for assessment of fetal head descent? *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;36:493-499.
- 15) Youssef A, Ghi T, Awad EE, *et al.* Ultrasound in labor a caregiver's perspective. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013;41:469-470.
- 16) Barbera AF, Pombar X, Perugino G, *et al.* A new method to assess fetal head descent in labor with transperineal ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33:313-319.
- 17) Tutschek B, Braun T, Chantraine F, *et al.* A study of progress of labour using intrapartum translabial ultrasound, assessing head station, direction, and angle of descent. *BJOG*. 2011;118:62-69.

Measurement of 0-angle on pelvic radiographic imaging for the prediction of delivery prognosis and visualization of station ± 0 on translabial ultrasonography

Bunbu Sekiya¹⁾, Ryu Matsuoka^{*1)}, Hiroko Takita¹⁾,
Tatsuya Arakaki¹⁾, Mayumi Tokunaka¹⁾, Syoko Hamada¹⁾,
Tomohiro Oba¹⁾, Masamitsu Nakamura¹⁾, Yuko Miura²⁾,
Kazuhiro Hirose²⁾, Yasuhiro Sanai²⁾ and Akihiko Sekizawa¹⁾

Abstract — The purpose of this study was to develop a method for visualizing the position of station ± 0 on translabial ultrasonography and to investigate its relationship with delivery outcomes. By using 501 pelvic sagittal section radiography images of Japanese pregnant women with a singleton fetus in the normal cephalic position at 35–39 weeks, the straight line connecting the projected ischial spine and inferior margin of the pubis was used as the plane of station ± 0, and the angle between this line and the long axis of the pubis was defined as the 0-angle. The intra- and inter-examiner errors of 0-angle were calculated, and the relationship between the 0-angle and maternal background factors (age, height, body mass index, and weeks of imaging) and the prognosis of delivery (cesarean section, frequency of instrumental delivery, and time required for delivery) was examined. The mean ± standard deviation of the 0-angle was $118.9^\circ \pm 5.9^\circ$, with a normal distribution, and the intraclass correlation coefficients of the intra- and inter-examiner errors were 0.973 (95% confidence interval [CI] : 0.950–0.986) and 0.967 (95% CI : 0.938–0.982), respectively. None of the maternal background factors correlated with the 0-angle. The 0-angle in the cesarean section group was significantly smaller than that in the vaginal delivery group ($119.1^\circ \pm 6.0^\circ$ vs. $116.9^\circ \pm 5.1^\circ$), especially in the cesarean section group ($119.1^\circ \pm 6.0^\circ$ vs. $115.9^\circ \pm 4.5^\circ$). The 0-angle is a highly reproducible and versatile index that is independent of maternal body size. The 0-angle was significantly smaller in the group with delivery arrest, indicating that a shallow pelvic inlet surface tends to cause poor infant head descent. In addition, we visualized station ± 0 using 0-angle translabial ultrasonography, which can objectively evaluate the degree of infant head descent.

Key words: fetal head descent, station ± 0, 0-angle, intrapartum translabial ultrasonography

[Received November 19, 2020 : Accepted December 25, 2020]

¹⁾Department of Obstetrics and Gynecology Showa University School of Medicine

²⁾Keiai Hospital

* To whom corresponding should be addressed