



“치아에 대한 방사성 탄소동위원소 분석을 통한 백골화 골격의 출생연도 추정” 논문에 대한 추가 결과 보고

박종필

연세대학교 의과대학 법의학과

Letter to the Editor Regarding the Article “Birth Year Estimation of Skeletal Remains by Radiocarbon Dating for Teeth”

Jong-Pil Park

Department of Forensic Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

본 저자는 *Korean Journal of Legal Medicine* 2022년 46권 4호에 “치아에 대한 방사성 탄소동위원소 분석을 통한 백골화 골격의 출생연도 추정” 논문을 투고하였으며[1], 이 논문에서는 2014년 12월부터 2020년 8월까지 국립과학수사연구원서 시행된 부검증례 중 치아에 대한 방사성 탄소동위원소 분석이 시행되고 정확한 출생연도가 확인된 15증례에 대해 연구한 결과를 소개하였다. 그런데 논문 투고 이후 2022년 말까지 추가로 5증례에 대해 관련 정보가 확인되었고, 기존의 결과에 추가된 결과를 더하여 총 20증례에 대한 결과를 종합하고 이를 보고하고자 한다.

추가된 5증례의 기본정보는 Table 1과 같고, 이들 증례에 대한 방사성 탄소동위원소 분석 결과 및 이를 이용한 연대추정 결과는 Table 2와 같다. 그리고 추가된 5증례를 포함한 총 20증례를 대상으로 기존에 보고한 논문의 분석 방법과 동일

하게 출생연도와 치아연도 사이의 차이에 영향을 주는 인자에 대해 분석을 시행한 결과는 Table 3과 같으며, 기존의 분석에서는 연령이 출생연도와 치아연도 사이의 차이에 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났으나, 이번 분석에서는 통계적으로 유의한 수준은 아닌 것으로 확인되었다. 1963년 이전 출생자와 1963년 이후 출생자를 구분하여 비교한 결과 기존의 분석 결과와 동일하게 1963년 이전에 출생한 경우가 1963년 이후에 출생한 경우에 비해 출생연도와 치아연도 사이의 차이가 적은 것으로 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었다. 그 밖의 변수의 경우 기존 분석과 동일하게 출생연도와 치아연도 사이의 차이에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

이상의 내용을 바탕으로 기존의 분석과 동일하게 추정식 후보를 제시하고 평가하였고, 추정식 후보는 아래와 같으며, 추정식에 관한 내용은 Table 4에 제시하였다.

추정식 1:

$$(1963\text{년 이전})\ \text{출생연도} = 0.852 \times (\text{치아 연도}) - 0.087 \times (\text{연령}) + 293.501$$

$$(1963\text{년 이후})\ \text{출생연도} = 0.764 \times (\text{치아 연도}) - 0.214 \times (\text{연령}) + 470.169$$

추정식 2:

$$(1963\text{년 이전})\ \text{출생연도} = 0.954 \times (\text{치아 연도}) + 88.709$$

$$(1963\text{년 이후})\ \text{출생연도} = 1.022 \times (\text{치아 연도}) - 50.758$$

추정식 3:

$$(1963\text{년 이전})\ \text{출생연도} = \text{치아 연도} - 2.4$$

Received: February 5, 2023
Revised: February 21, 2023
Accepted: February 22, 2023

Correspondence to

Jong-Pil Park
Department of Forensic Medicine, Yonsei University College of Medicine, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: +82-2-2228-2482
Fax: +82-2-362-0860
E-mail: parkjp@yuhs.ac

Table 1. Basic information of cases

No.	Age (yr)	Sex	Birth year	Residence	COD	Decomposition degree
1	55	Male	1966	Seoul	Unknown	Complete skeletonization
2	62	Female	1959	Seoul	Unknown	Complete skeletonization
3	62	Male	1960	Incheon	Unknown	Complete skeletonization
4	64	Male	1957	Incheon	Unknown	Complete skeletonization
5	59	Male	1963	Incheon	Unknown	Complete skeletonization

COD, cause of death.

Table 2. Results of radiocarbon analysis

No.	Age (yr)	Sex	Birth year	BP year	pMC (%)	2 σ Calendar year range (AD)	Tooth year range	Tooth year
1	55	Male	1966	-3168 \pm 25	148.35 \pm 0.46	1962.5-1962.5 or 1971.5-1972.5	1971.5-1972.5	1972
2	62	Female	1959	-1372 \pm 26	118.62 \pm 0.38	1958.5-1958.5 or 1987.5-1987.5	1958.5-1958.5	1958.5
3	62	Male	1960	-2693 \pm 24	139.83 \pm 0.43	1962.5-1962.5 or 1974.5-1975.5	1962.5-1962.5	1962.5
4	64	Male	1957	-1545 \pm 29	121.21 \pm 0.44	1958.5-1961.5 or 1984.5-1986.5	1958.5-1961.5	1960
5	59	Male	1963	-3286 \pm 28	150.53 \pm 0.53	1962.5-1962.5 or 1971.5-1971.5	1971.5-1971.5	1971.5

BP, before present; pMC, percent modern carbon.

Table 3. Variables analysis on difference between birth year and teeth year

Variable	No.	Mean \pm SD (yr)	P-value
Age	18	Correlation coefficient=-0.44	0.068
Sex			
Male	15	4.4 \pm 2.1	0.121
Female	3	2.0 \pm 3.5	
Birth year			
<1963	10	2.4 \pm 1.7	<0.001
\geq 1963	8	6.1 \pm 1.4	
COD			
Trauma	5	4.5 \pm 1.4	0.881
Strangulation	5	4.0 \pm 2.8	
Unknown	8	3.8 \pm 3.0	
Decomposition status			
Complete skeletonization	8	4.4 \pm 3.0	0.529
Partial skeletonization	4	2.8 \pm 2.9	
Fresh	6	4.4 \pm 1.2	

SD, standard deviation; COD, cause of death.

P-value for age was determined with use of Pearson correlation.

P-values for sex and birth year were determined with use of the two-sample t-test.

P-values for COD and decomposition status were determined with use of the one-way ANOVA.

(1963년 이후) 출생연도=치아 연도-6.1
추정식에 대한 내부검증(internal validation) 결과 기존의 분석과는 달리 1963년 이전에는 추정식 3이 가장 우수하고, 1963년 이후에는 추정식 1이 가장 우수한 것으로 판정되었다. 그런데 추정식의 1의 경우 정확한 추정을 위해서는 변

사자의 연령 정보가 필요하나 실무적으로는 변사자의 정확한 연령을 알기 어려워 추정 시 보다 큰 오차가 발생할 가능성이 있다. 그리고 1963년 이후 추정식 3의 경우 내부검증 결과 추정식 1에 비해 큰 차이를 보이지 않아 실무적으로는 보다 의미 있는 추정식으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 따라서

Table 4. Estimation formulas by multivariate analysis and evaluation of their usefulness

Year	Formula	Variable	β	P-value	VIF	R ²	Adjusted R ²	Root MSE
<1963	Birth year formula 1	Constant	293.501	0.680		0.618	0.509	1.689
		Age	-0.087	0.615	1.455			
		Tooth year	0.852	0.043	1.455			
	Birth year formula 2	Constant	88.709	0.873		0.603	0.554	1.816
		Tooth year	0.954	0.008	1.000			
		Birth year formula 3						
≥1963	Birth year formula 1	Constant	470.169	0.262		0.993	0.990	1.115
		Age	-0.214	0.211	22.176			
		Tooth year	0.764	0.009	22.176			
	Birth year formula 2	Constant	-50.758	0.569		0.990	0.988	1.626
		Tooth year	1.022	<0.001	1.000			
		Birth year formula 3						

VIF, variance inflation factor; MSE, mean squared error.

저자는 실무적으로는 1963년 이전과 1963년 이후 모두에서 추정식 3을 사용하는 것으로 적절하다고 판단하였다.

결론적으로 기존의 15증례에 더하여 총 20증례를 분석한 결과 1963년 이전인 경우는 ‘출생연도=치아 연도-2.4’를 적용하고, 1963년 이후인 경우는 ‘출생연도=치아 연도-6.1’를 적용하는 것을 제안한다. 덧붙여서 방사성 탄소동위원소 분석의 특성상 고가의 분석 비용과 낮은 검사 접근성으로 인해 다수의 증례에 대한 분석을 시행하기 어려워 본 연구와 같이 20증례에 대한 분석 결과도 의미 있다고 생각하나, 향후 추가 자료를 확보하여 추정식의 신뢰도를 높이기 위한 노력을 지속할 필요가 있음도 염두에 두어야겠다.

ORCID: Jong-Pil Park: <https://orcid.org/0000-0002-6525-3012>

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Reference

1. Park JP, Choi SG. Birth year estimation of skeletal remains by radiocarbon dating for teeth. *Korean J Leg Med* 2022;46:114-21.