

Centros de Osificación del Sacro

Sacrum Ossification Centers.

Antonetti, Carmen*, Moreno Pedro**

Antonetti Carmen; Moreno Pedro. **Centros de Osificación del Sacro.** Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina. Instituto Anatómico «José Izquierdo». Laboratorio de Investigaciones Neuroanatómicas y Embriológicas. Universidad Central de Venezuela. Revista de la Sociedad Venezolana de Ciencias Morfológicas. 2013; 19: 38-44.

RESUMEN

Se presentan las observaciones obtenidas del estudio realizado a 149 esqueletos de fetos humanos, de ambos sexos, de diferentes edades gestacionales comprendidas entre la séptima y cuadragésima semana de gestación. Para lograr una adecuada observación del material se procedió a teñir las sales de calcio de los núcleos de osificación de los proyectos de hueso, utilizando Alizarina Roja. Nuestros resultados muestran que los núcleos de osificación aparecen en el siguiente orden: 9ª semana: el núcleo del cuerpo de la I-II vértebra sacra, 13ª semana: el núcleo del cuerpo de la III vértebra sacra, 16ª semana: el núcleo del cuerpo de la IV vértebra sacra, 21ª semana: el núcleo del cuerpo de la V vértebra sacra, 32ª semana: el núcleo del cuerpo de la I vértebra coccígea y 34ª semana: el núcleo del cuerpo de la II coccígea. En el estudio de la fecha de aparición de los centros de osificación del sacro y de sus elementos constitutivos; hemos podido observar que existen discrepancias con los trabajos presentados por otros autores.

Palabras Clave: Sacro, Centros de Osificación, Fetos Humanos.

Financiamiento: 09.30.3749.96 C.D.C.H-UCV.

SUMMARY

The observations from the study of 149 human fetal skeletons are presented; their gestational ages were from 7 to 40 weeks. The ossification nuclei were stained by means of Red Alizarina. Our observations showed that the nuclei had the following order: 9th week the core of the body of I-II sacral vertebra, 13th week: the core of the body of third sacral vertebra, 16th week: the core of body of fourth sacral vertebra, 21st week: the core of body V sacral vertebra, 32nd week: the core of body I coccygeal vertebrae, and at 34th week: the core of body of second coccygeal. In the study of the date of appearance of the ossification centers of sacrum and its constituent elements, we have seen that there are discrepancies with the work presented and the work reported by other authors.

Key Words: Sacrum, Ossification Centers, Human Fetuses.

Recibido: 05-08-2013. **Aceptado:** 15-10-2013.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo fue realizado con el objetivo primordial de describir el momento y la cronología de la aparición de los núcleos primarios de osificación del sacro y la secuencia de aparición de los demás elementos constitutivos de las vértebras sacras en esqueletos de fetos humanos.

Según diferentes textos de anatomía el esqueleto de las vértebras que constituyen el sacro está conformado por la fusión de cinco vertebras sacras y de tres a cuatro vertebras coccígeas ^(1,2,3,4).

La evolución del ser humano (homo sapiens) y por ende de la especie humana llevo a la evolución embriológica de las estructuras anatómicas que constituyen el sacro como un elemento óseo de vital relevancia, esto le permitió al ser humano desarrollar la capacidad de caminar sobre sus dos extremidades inferiores (bipedestación) lo que originó que se diferenciara a la especie humana del resto de especies del reino animal y principalmente que tomara una gran relevancia dentro de los mamíferos, esto permitió que el ser humano dejara libre sus dos extremidades superiores para desarrollarlas y así poder movilizar objetos. De esta forma el sacro toma un relevante papel en el proceso evolutivo del ser humano, ya que no es solo un elemento importante de sostén y del equilibrio corporal para lograr la bipedestación; sino un elemento óseo que protege y sostiene a los órganos internos de la región que lo constituye.

El proceso de osificación se encuentra claramente descrito en los diferentes textos de anatomía entre los que podemos mencionar: ^(1, 2, 3,4) pero debemos de destacar a autores como: Orts Llorca (1970), England (1991), Noback y Robertson (1951), Patten (1953), Antonetti (1996), Sánchez (2000) y Ford (1982), los cuales describen la secuencia y la fecha de aparición de los núcleos de osificación del esqueleto de fetos humanos.

El presente trabajo forma parte de una línea de investigación, cuyo objetivo es el estudio de la maduración del esqueleto fetal en nuestro medio (Venezuela) y por

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Medicina. Instituto Anatómico «José Izquierdo». Laboratorio de Investigaciones Neuroanatómicas y Embriológicas.

* Jefa del Laboratorio de Investigaciones Neuroanatómicas y Embriológicas. Instituto Anatómico «José Izquierdo». Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.

** Estudiante de Pregrado de la Escuela de Medicina «Luis Razetti.» Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.

ende aportar datos sobre los patrones nacionales de la osificación particular de dicho hueso y de sus elementos constitutivos.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Este trabajo fué realizado en el Laboratorio de Investigaciones Neuroanatómicas y Embriológicas del Instituto Anatómico «José Izquierdo», de la Facultad de Medicina, de la Universidad Central de Venezuela.

En la realización del mismo se procesaron 149 esqueletos de fetos humanos, de ambos sexos, con edades gestacionales comprendidas entre la octava y la cuadragésima semana de gestación, procedentes de Hospitales del Área Metropolitana de la Gran Caracas como lo son: la Maternidad Concepción Palacios, el Hospital Universitario de Caracas y el Hospital General del Oeste «Dr. José Gregorio Hernández»; previa solicitud formalmente realizada por la Dirección del Instituto Anatómico «José Izquierdo», de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.

Para el procesamiento de los fetos fue necesario determinar la edad gestacional mediante la utilización de la medida de longitud vertex-trasero (crown-rump) ⁽⁸⁾, para después proceder a fijarlos en una solución de formaldehído abuferado al 10%; luego se procedió a remover las partes blandas, respetando las zonas articulares, para después deshidratarlos en concentraciones crecientes de alcohol isopropílico comenzando en 70% hasta llegar al 100%. Posterior al proceso de deshidratación se colocaron en una solución con Alizarina Roja por cinco días, para teñir las sales de calcio de los núcleos de osificación de los proyectos de hueso, luego se procedió a diafanizarlos en alcohol bencílico para una mejor clarificación y visualización del material ⁽¹²⁾ y posteriormente se procedió a la observación del material y a la realización de la toma de datos del mismo.

RESULTADOS.

De los 149 casos observados en este estudio se dividió la muestra de acuerdo al sexo en 93 casos (62,42%) que pertenecen al sexo masculino y 56 casos (37,58%) que pertenecen al sexo femenino (ver tabla I).

Tabla I. Distribución de Acuerdo al Sexo.

Género	Nº de Fetos	%
Masculino	93	62,42%
Femenino	56	37,58%
TOTAL	149	100%

Fuente: Disecciones

De los 149 casos evaluados en este trabajo se procedió a dividir la muestra de acuerdo a la edad gestacional del material desde la séptima semana hasta la cuadragésima sexta semana de gestación, en donde prevaleció una mayor distribución entre la décimo novena semana de gestación con 09 casos que representa el 6% y la vigésima octava semana de gestación con 09 casos que representa el 6% de la muestra evaluada (ver tabla II).

Tabla II. Distribución de Acuerdo a la Edad Gestacional.

Semana	Nº	%
7	1	0,6%
8	6	4%
9	3	2%
10	3	2%
11	3	2%
12	4	2,68%
13	5	3,35%
14	3	2%
15	5	3,35%
16	6	4%
17	6	4%
18	8	5,36%
19	9	6%
20	6	4%
21	5	3,35%
22	6	4%
23	8	5,36%
24	6	4%
25	4	2,68%
26	6	4%
27	5	3,35%
28	9	6%
29	7	4,69%
30	3	2%
31	5	3,35%
32	4	2,68%
33	3	2%
34	2	1,34%
35	2	1,34%
36	1	0,6%
37	0	0%
38	2	1,34%
39	1	0,6%
40	1	0,6%
46	1	0,6%
TOTAL	149	100%

Fuente: Disecciones.

Luego se procedió a distribuir la muestra de acuerdo a la fecha y secuencia de aparición de los núcleos de osificación de los proyectos de hueso de los cuerpos de las vértebras sacras (ver tabla III).

Tabla III. Fecha de Aparición del Núcleo de Osificación del Cuerpo Vertebral.

Sem	Vértebra	Nº	Ausencia	Total	%
7	I-II Vértebra Lumbar	149	0	149	100%
9	I-II Vértebra Sacra	148	1	149	100%
13	III Vértebra Sacra	110	39	149	100%
16	IV Vértebra Sacra	98	51	149	100%
16	V Vértebra Sacra	80	69	149	100%
32	I Vértebra Coccígea	33	116	149	100%
34	II Vértebra Coccígea	10	139	149	100%

Fuente: Disecciones

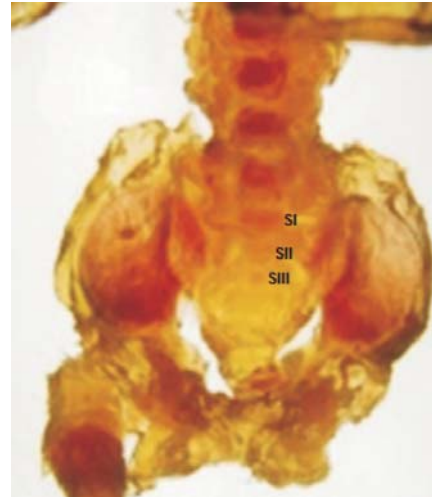


Fig. Nº 2: En la imagen observamos una fotografía de un feto de trece semanas de gestación donde logramos observar la presencia de un núcleo central para el cuerpo de las tres primeras vértebras sacras (SI, SII y SIII); se evidencia que el núcleo para el cuerpo de SIII es pequeño en comparación con los núcleos de SI y de SII.



Fig. Nº 1: En la siguiente imagen podemos evidenciar un feto de nueve semanas de gestación donde se ven los proyectos de huesos y en donde se puede observar la presencia de un núcleo central para el cuerpo de las vértebras sacras, se logra ver un núcleo central para el cuerpo de la primera (SI) y de la segunda vértebra sacra (SII).



Fig. Nº 3: En esta imagen podemos observar un feto de dieciséis semanas de gestación en donde visualizamos la presencia de un núcleo central para el cuerpo de las vértebras sacras desde la primera hasta la quinta identificadas (SI-SV). Se evidencia que el proceso de osificación es en sentido céfalo-caudal, ya que podemos notar en la imagen como los núcleos de SI, SII y SIII son mucho más grandes que los núcleos de SIV y SV; probando que el proceso de osificación es en sentido céfalo-caudal.



Fig. N° 4: En la fotografía podemos observar el esqueleto del feto identificado con el número 172 de veinte semanas de gestación, la imagen nos muestra la presencia de un núcleo central para el cuerpo de la primera a la quinta vértebra sacra (SI-SV).

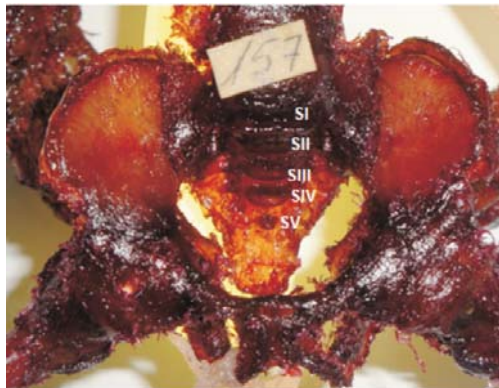


Fig. N° 5: En la imagen evidenciamos un esqueleto identificado con el número 157 de veintiocho semanas de gestación donde logramos visualizar un núcleo principal para el cuerpo de las vértebras desde la primera hasta la quinta (SI-SV)

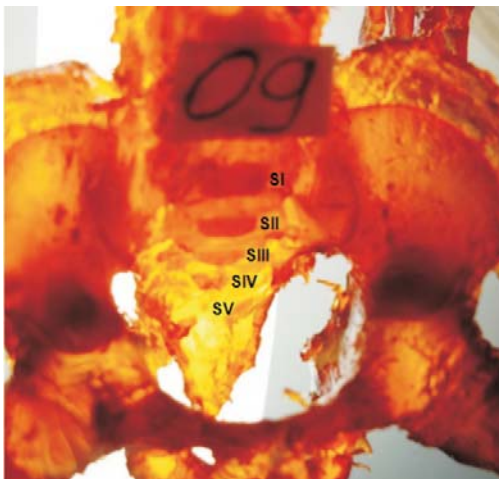


Fig. N° 6: En la presente fotografía podemos ver el esqueleto de un feto identificado con el número 09, de veintidos semanas de gestación, en el cual podemos evidenciar la presencia de los núcleos del cuerpo de las vértebras sacras, desde la primera hasta la quinta (SI-SV).

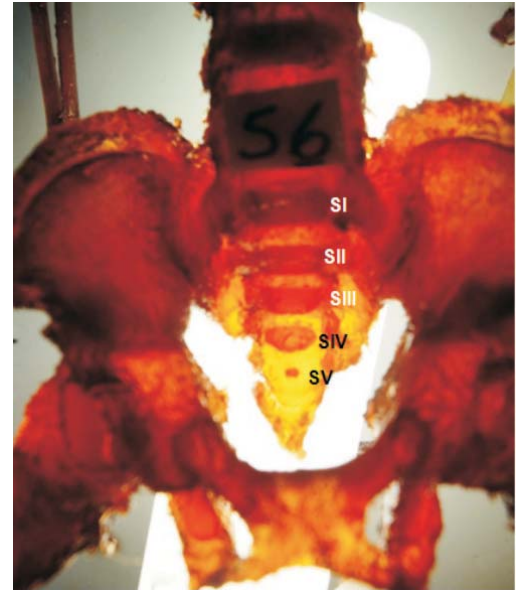


Fig. N° 7: En la fotografía podemos observar el esqueleto de un feto identificado con el número 56, de veinticuatro semanas de gestación, en el cual se pueden observar cinco núcleos coloreados que representan los cuerpos de las cinco vértebras sacras (SI-SV) respectivamente, podemos evidenciar que el núcleo que representa la primera vértebra sacra (SI) está coloreada mucho más intensamente que el que representa la quinta vertebra sacra (SV).

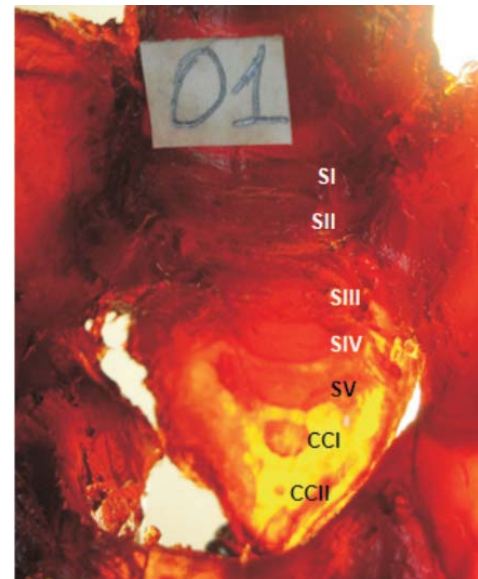


Fig. N° 8: En la presente imagen podemos observar el esqueleto de un feto identificado con el número uno, de treinta y ocho semanas de gestación en el cual podemos observar la presencia de los proyectos de huesos que van a formar la columna vertebral especialmente la porción sacro-coccígea de la columna vertebral y en el cual podemos evaluar la presencia de un núcleo central para las vértebras sacras desde la primera hasta la quinta (SI-SV) y de un núcleo central para el cuerpo de las vértebras coccígeas(CCI-CCII). Es de hacer destacar que el núcleo del cuerpo de la SI esta coloreado mucho más intenso que el del cuerpo de CCII.

Posteriormente se procedió a organizar el material en base a la secuencia y fecha de aparición de los núcleos de osificación laterales de las vértebras sacras (ver tabla IV).

Tabla IV. Fecha de Aparición de los Núcleos de Osificación Laterales de las Vértebras.

Sem	Vértebra	Nº	%
15	I-III Vértebra Sacra	50	33,56%
18	I-IV Vértebra Sacra	40	26,85%
21	I-V Vértebra Sacra	26	17,45%
30	I Vértebra Sacra a I Vértebra Coccígea	2	1,34%
38	I Vértebra Sacra a II Vértebra Coccígea	2	1,34%
	Ausencia	29	19,46%
	Total	149	100%

Fuente: Disecciones

Se organizó el material para poder evaluar la fecha y la secuencia de aparición de los tubérculos posteriores de las vértebras sacras (ver tabla V).

Tabla V. Fecha de Aparición de los Núcleos de Osificación de los Tubérculos Posteriores de las Vértebras (Futuras Crestas Posteriores).

Semana	Vértebra	Nº	%
20	I-V	97	65,11%
	Ausencia	52	34,89%
	Total	149	100%

Fuente: Disecciones



Fig. N° 9: En la presente imagen podemos observar un feto con el número 95, de treinta y cuatro semanas de gestación, se visualizan los tubérculos posteriores de la primera a la tercera vértebra sacra (SI-SIII):



Fig. N° 10: En la presente fotografía podemos ver y evaluar un feto identificado con el número 153, de treinta y tres semanas de gestación, en el cual podemos visualizar y apreciar los tubérculos posteriores de los procesos de hueso, de la primera a la cuarta vértebra sacra (SI-SIV), uno a cada lado de la columna vertebral.

Se organizó el material para poder evaluar la fecha y la secuencia de aparición de los procesos espinosos de las vértebras sacras (ver tabla VI).

Tabla VI. Fecha de Aparición de los Núcleos de Osificación de los Procesos Espinosos de las Vértebras.

Semana	Vértebra	Nº	%
20	I-III	78	52,35%
	Ausencia	71	47,65%
	Total	149	100%

Fuente: Disecciones

DISCUSIÓN

Latarjet-Ruiz Liard (1998)⁽¹⁾ en su libro mencionan que las vértebras sacras poseen 5 núcleos de osificación para los cuerpos vertebrales, sin entrar en detalles con respecto a la fecha de aparición de los mismos. Entre los factores que pueden estar ocasionando diferencias en el proceso de osificación podemos mencionar la nutrición de la población, muy especialmente de la mujer embarazada, factores climáticos, genéticos, educativos, hormonales y étnicos. Los cuales pudieran ser los factores que ocasionan estas diferencias en la fecha de aparición de los centros de osificación en fetos procedentes de nuestro medio ambiente⁽⁹⁾.

Moore K; Dalley A (2007)⁽⁴⁾ mencionan en su libro que el proceso de osificación de las vértebras sacras inicia al final del período embrionario (8 semana de gestación) y que este proceso persiste durante la vida fetal, sin hacer mención en la fecha de aparición de los

demás núcleos de osificación de los elementos óseos de las vértebras sacras, nosotros discrepamos ya que en el material evaluado el proceso de osificación del núcleo del cuerpo de las vértebras sacras comienza a osificarse a partir de la novena semana de gestación.

Orts Llorca en su libro (1970)⁽⁵⁾ menciona que la osificación del cóccix empieza solamente después del nacimiento, en nuestro trabajo observamos que la osificación del mismo se inicia durante la vida intrauterina. El reporta que la primera vértebra coccígea I se osifica en el primer año de vida postnatal y que la segunda vértebra coccígea II se osifica en la infancia, en nuestro trabajo encontramos que el cuerpo de la primera vértebra coccígea I se comienza a osificar en la 32 semana y el de la segunda vértebra coccígea II en la 34 semana de la gestación.

England en su atlas (1991)⁽⁶⁾ no muestra osificación en el sacro en sus fotos en la 8 semana de gestación, pero en la 13 si se ven 4 núcleos de osificación centrales de SI a SIV; en la 15 semana de gestación se observaron 2 núcleos centrales para los cuerpos de SI-SII el resto no se pudo observar por la posición del material y en la 16 semana de gestación se observaron 4 núcleos centrales para los cuerpos vertebrales de SI a SIV.

Nuestros resultados concuerdan en buena medida con la presencia de núcleos de osificación para SI-SII a partir de la 9 semana de gestación, en la 13 semana de gestación se evidenció la presencia del núcleo del cuerpo de SIII y en la 16 semana de gestación concordamos en la presencia de los 4 núcleos de osificación para los cuerpos vertebrales de SI-SIV.

Noback y Robertson⁽⁷⁾ reportaron que los núcleos de osificación correspondientes al cuerpo vertebral de las 2 primeras vértebras sacras se comienzan a osificar a partir de la 9-10 semana de gestación⁽⁶⁾; lo cual concuerda con nuestro trabajo. También observaron que el cuerpo de la III vértebra sacra se comienza a osificar de la 9-10 semana de gestación⁽⁶⁾, pero en nuestro trabajo conseguimos que el proceso de osificación del cuerpo de la mencionada vértebra se inicia a partir de la 13 semana de gestación; también reportan que los núcleos de osificación laterales correspondientes a SI-SIII se evidencian entre la 11-13 semana de gestación⁽⁷⁾, mientras que en nuestro trabajo se evidencian esos núcleos de osificación en la 15 semana de gestación. En la cuarta y quinta vértebra sacra Noback y Robertson reportaron que el núcleo primario de osificación para el cuerpo

aparece entre la 16-18 semana de gestación⁽⁶⁾, pero en nuestro trabajo se evidenció que dicho núcleo aparece en la 16 semana para el cuerpo de la cuarta vértebra sacra y para el cuerpo de la quinta vértebra sacra.

Antonetti⁽⁹⁾ menciona en su trabajo que el núcleo del cuerpo de las dos primeras vértebras sacras (SI-SII) comienza a osificarse a partir de la 9^{na} semana de gestación coincidiendo con nuestro trabajo, del mismo modo se describe que el núcleo del cuerpo de la tercera, cuarta y quinta vértebras sacras (SIII-SIV-SV) empieza a osificarse en la 16 semana de gestación en nuestro trabajo coincidimos en que el núcleo del cuerpo de SIV-SV comienza a osificarse en las 16^{ta} semana de gestación, pero discrepamos en que la SIII comienza a osificarse en la 13 semana de gestación.

Ford y col (1982)⁽¹¹⁾ mencionaron en su trabajo que la osificación se produce siempre en sentido céfalo-caudal al igual que Latarjet-Ruiz Liard⁽¹⁾, nosotros también observamos este patrón en la muestra observada.

Bagnall y col⁽¹³⁾ reportaron en su trabajo que el proceso de osificación es en sentido céfalo-caudal y que las vértebras lumbares son mucho más prominentes que las vértebras sacras y que dicho proceso se inicia en la 8^{va} semana de gestación, en lo cual no concordamos ya que en nuestro trabajo se evidencio que el proceso de osificación se inicia en la 7 semana de gestación, pero coincidimos con que el proceso es en sentido céfalo-caudal.

Van Zalen-Sprock y col⁽¹⁴⁾ compararon en su trabajo el ultrasonido transvaginal contra el ultrasonido abdominal en el cual reportan que los centros de osificación se logran visualizar por un aumento de la ecogenicidad de los huesos a partir de la 9 semana de gestación, en el caso de las vértebras no hacen distinción en relación a la columna vertebral. Ellos mencionan que dichas vértebras se comienzan a osificar en la 11 semana de gestación en lo cual discrepamos; ya que en nuestro trabajo se logra observar que el proceso de osificación de las vértebras sacras comienza en la 9^{na} semana de gestación.

Mall⁽¹⁵⁾ reporto en su trabajo que en los cuerpos de las vértebras sacras están presentes en un sólo embrión de 58 días de edad (8 semanas de gestación) y el resto del material evaluado a partir de 65 días de edad (9 semanas de gestación); concordamos en que el núcleo primario del cuerpo de las vértebras sacras se comienza a osificar a partir de la 9 semana de gestación.

Broome y col⁽¹⁶⁾ mencionan en su trabajo que observó cinco núcleos de osificación para el cuerpo de las

vértebras sacras que están distribuidas de SI-SV respectivamente, del mismo modo observó cuatro núcleos de osificación para el cuerpo de las vértebras coccígeas (resaltando la variabilidad en cuanto al número de vértebras coccígeas). En su trabajo mencionan los núcleos de los demás elementos constitutivo de las vértebras sacras y coccígeas, pero sin hacer mención de la fecha y secuencia de aparición de dichos elementos.

Eich y col⁽¹⁷⁾ realizaron una revisión bibliográfica con respecto a la embriología del sacro y concluyeron que los cuerpos vertebrales son los primeros en osificarse, seguido por los arcos neurales y por últimos las masas laterales; mencionaron que en un feto de veintidós semanas de gestación los cuerpos vertebrales tienen un solo núcleo (SI-SV) y tres núcleos laterales (SI-SIII) coincidiendo con lo descrito por nosotros en el presente trabajo.

De Biasio y col⁽¹⁸⁾ describen en su trabajo que el núcleo del cuerpo de SI está presente en todos los fetos con 15 semanas de gestación, que el núcleo del cuerpo de SII se encontró en todos los fetos con 17 semanas de gestación coincidiendo con nuestro trabajo. El núcleo del cuerpo de SIII lo detectaron en los fetos a partir de la 16 semanas de gestación y el núcleo del cuerpo de SIV lo visualizaron a las 18 semanas de gestación; en estos puntos no coincidimos ya que nosotros encontramos que el núcleo de SIII comienza aparecer en la semana 13 de gestación y el núcleo de SIV en la semana 16 de gestación.

CONCLUSIONES

- El proceso de osificación en la región lumbar siempre se produce en sentido céfalo-caudal.
- El núcleo primario de osificación del cuerpo de las vértebras SI-SII comienza a aparecer en la novena semana de gestación.
- Se evidenció la presencia de núcleos secundarios en las alas del sacro posterior a la aparición del núcleo para el cuerpo vertebral.
- La aparición de los núcleos de osificación de las vértebras coccígeas se observa a partir de la trigésima segunda semana de gestación y continua en la vida postnatal.
- El patrón de osificación del cuerpo vertebral es constante, no así el del resto de los elementos constitutivos de las vértebras sacras los cuales presentan gran variabilidad.
- No se encontró diferencia en el patrón de osificación con relación al sexo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Latarjet M., Ruiz Liard A.:** Anatomía Humana. Vol. II p. 965-966. 1998. 2ª. ed. Ed. Médica Panamericana S.A. México.
2. **Bouchet A.; Cuilleret J.** Anatomía Descriptiva, Topográfica y Funcional. Tomo de Miembros Inferiores. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. 1979, p.14.
3. **Rouvier H., Delmás A.** Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional. Tomo III. Ed. Masson. Barcelona, España. 1988.
4. **Moore K; Dalley A.** Anatomía con Orientación Clínica. Ed. Médica Panamericana. Caracas, Venezuela. 2007, p.493-495.
5. **Orts Llorca F.** Anatomía Humana. Ed. Científico-Médica. Barcelona, España. 1970, p. 278-289.
6. **England MA.:** Gran atlas de la vida antes de nacer. Madrid-España. Ed. Interamericana. Mc Graw Hill. 1991. p. 12, 177-198.
7. **Noback C.R. y Robertson G.G.:** Sequences of appearance of ossification centers in the human skeleton during the first five prenatal months. *Am. J Ant.* 1951; 89:1-28.
8. **Patten B. M;** Métodos de medición de los embriones en: *Embriología Humana.* Buenos Aires, Ed. El Ateneo. 1953. p. 199.
9. **Antonetti, C.** Puntos de osificación en material humano desde la octava hasta la vigésima primera semana de vida intrauterina. *Rev. Soc. Venez Cien Morfol.* 1996:2: 95-103
10. **Sánchez, Y. Antonetti, C.** Desarrollo de los Centros de Osificación de la Pelvis. *Rev. Soc. Venez Cien Morfol.* 2000:2: 553-562.
11. **Ford DM., Mc Fadden K.D:** Sequence of ossification in human vertebral neural arch centers. *Anat. Rec.* 1982; 203: 175-178.
12. **Yerena J., Plaza Izquierdo L.** Atlas de disección por regiones, Salvat SA. Barcelona, España. 1969, Cap. VI 206-207.
13. **Bagnall, KM. Harris, PF. Jones, P.** A radiographic study of the human fetal spine. *J. Anat.* (1979); 128: 4, 777-787.
14. **Van Zalen-Sprock, R.M. Brons, J.T.J. Van Vugt, J.M.G. Van der Harten, H.J. Van Geijn, H.P.** Ultrasonographic and radiologic visualization of the developing embryonic skeleton. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 9 (1997); 392-397.
15. **Mall, F.** On Ossification Centers in Human Embryos Less Than One Hundred Days Old. *Am J Anat.* Vol. V. (1906).pp 32-458
16. **Broome, D. Hyman, A. Herrick, R. Braverman, R. Glass, R. Fahr L.** Postnatal Maturation of the Sacrum and Coccyx: MR Imaging, Helical CT, and Conventional Radiography. *Am J Roentgenology.* (1998); 1061-6.
17. **Eich, G. Babyn, P. Giedion, A.** Pediatric Pelvis: Radiographic Appearance in Various Congenital Disorders. *J Continuing Med Educ Radiol.* (1992); 467-484.
18. **De Biasio, P. Ginocchio, G. Aicardi, G. Ravera, G. Venturini, PL. Vignolo, M.** Ossification Timing of Sacral Vertebrae by Ultrasound in the Mid-Second Trimester of Pregnancy. *Prenatal Diagnosis.* 23 (2003); 1056-9.