Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

**Programa de Ciências das Imagens
e Física Médica**

CESAR SATOSHI MIYAZAKI

**Estudo retrospectivo de radiografias de
cotovelo de crianças atendidas no Hospital
das Clínicas para avaliação dos centros de
ossificação secundários**

▪

**Ribeirão Preto
2016**

CESAR SATOSHI MIYAZAKI

**Estudo retrospectivo de radiografias de
cotovelo de crianças atendidas no Hospital
das Clínicas para avaliação dos centros de
ossificação secundários**

Dissertação para obtenção do título de mestre
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Departamento de Clínica Médica
Divisão de Radiologia e Diagnóstico por Imagem

Orientador: Prof. Dr. Marcello Henrique Nogueira-Barbosa

Ribeirão Preto - SP

2016

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

**Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da
Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da
USP (BDTD).**

FICHA CATALOGRÁFICA

Miyazaki, Cesar Satoshi.

Estudo retrospectivo de radiografias de cotovelo de
crianças atendidas no Hospital das Clínicas para avaliação dos
centros de ossificação secundários / Cesar Satoshi Miyazaki;
Orientador: Prof. Dr. Marcello Henrique Nogueira-Barbosa –
Ribeirão Preto, 2015.

48 págs, 20 figuras, 8 tabelas, 30cm.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação
em Medicina - Área de Concentração: Clínica Médica –
Radiologia e Diagnóstico por Imagem) – Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

1) Cotovelo; 2) Criança

CENTRO DE CIÊNCIAS DAS IMAGENS E FÍSICA MÉDICA
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Miyazaki, Cesar Satoshi.

Estudo retrospectivo de radiografias de cotovelo de crianças atendidas no Hospital das Clínicas para avaliação dos centros de ossificação secundários

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Radiologia e Diagnóstico por Imagem.

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À minha família, pela compreensão, pelo apoio e por ter me proporcionado a sólida formação que possibilitou a continuidade nos estudos até a conclusão de mais uma importante etapa da minha vida, meus eternos agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Marcello H. Nogueira-Barbosa e aos doutores Marcelo N. Simão, Paulo M. Agnolitto e Mateus A. Hernández pela transmissão do conhecimento, pela dedicação, pela paciência, pelo apoio, pela compreensão, pelo convívio e pela vontade de querer nos fazer profissionais e pessoas melhores.

Resumo

Miyazaki, CS. **Estudo retrospectivo de radiografias de cotovelo de crianças atendidas no Hospital das Clínicas para avaliação dos centros de ossificação secundários.** 2016. 48 pág. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2016.

Introdução: O conhecimento do surgimento gradual dos núcleos de ossificação secundários do cotovelo é importante na avaliação de trauma em crianças, possibilitando o diagnóstico de fraturas e luxações ou mesmo descartando estas patologias, fatores estes que influenciam diretamente na decisão do tratamento, evolução e prognóstico da lesão. É amplamente difundido na literatura mundial que a ordem cronológica de aparecimento desses núcleos seja: capítulo do úmero, cabeça do rádio, epicôndilo interno ou medial, tróclea do úmero, olécrano e epicôndilo externo ou lateral, além da idade de seus surgimentos, porém estas informações apresentam certas divergências em diferentes estudos e publicações e sofrem alterações conforme a população estudada. **Objetivos:** Avaliar a ordem de surgimento e de fusão dos núcleos de ossificação secundários do cotovelo, correlacionar com a idade e gênero e descrever suas características na nossa população. **Materiais e Métodos:** Foram avaliados pacientes de 0 a 18 anos de idade já submetidos por indicação clínica ao exame de radiografia simples do cotovelo nas Unidade Campus e Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) no período de setembro de 2010 a setembro de 2015. Foram realizadas duas avaliações por 2 radiologistas de forma independente e às cegas com um intervalo de tempo de dois meses entre as leituras. **Resultados:** Em nosso estudo, observou-se uma tendência do núcleo de ossificação do olécrano surgir antes da tróclea, porém sem significância estatística. Nos pacientes do sexo feminino, notou-se que os núcleos surgem e se unem mais precocemente do que nos pacientes do sexo masculino, com exceção do capítulo e do rádio, além disso os núcleos do rádio e do epicôndilo medial apresentaram uma tendência de surgirem em idades

semelhantes. **Conclusão:** Os núcleos de ossificação do cotovelo surgem e se fundem antes no sexo feminino. Além disso, há tendência do núcleo de ossificação do olécrano surgir antes da tróclea em ambos os sexos, bem como o do rádio e do epicôndilo medial aparecerem em idades semelhante no sexo feminino.

Palavras-chave: criança, cotovelo

Abstract

Miyazaki, CS. **Title: Retrospective study of elbow radiographs of children in the Hospital das Clínicas for ossification centers evaluation.** 2016. 48 pg. Master's thesis. Medical School of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil.

Introduction: The knowledge of the gradual appearance of secondary ossification of the elbow is important in the evaluation of trauma in children, allowing the diagnosis of fractures and dislocations or even discarding these conditions. These factors directly influence the treatment decision, evolution and prognosis of lesions. It is widespread in the literature that these nuclei appear in chronological order which is: the humerus capitellum, radial head, internal or medial epicondyle of the humerus trochlea, olecranon and outer or lateral epicondyle, as well as the age of their appearances. However, these information changes as diverse populations are studied in different studies and publications. **Objectives:** To evaluate the order of appearance and fusion of secondary ossification of the elbow cores correlate with age and gender and describe their characteristics in the studied population.

Materials and Methods: We evaluated patients 0-18 years of age who have undergone a clinical indication to take simple elbow radiography in Campus Unit and Emergency Unit of the Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, University of Sao Paulo (FMRP-USP) from September 2010 to September 2015. Two independent and blind evaluations were performed by two radiologists with a two-month time interval.

Results: In our study, we observed a tendency of ossification nucleus of the olecranon to appear before the trochlea, but without statistical significance. In female patients, it was noticed that the nuclei arise and fuse earlier than in male patients, except for the capitellum and radio. Also, the nuclei of radio and medial epicondyle tended to arise in similar ages

Conclusion: The elbow ossification centers arise and fuse before in females than in males. In addition, there is a tendency of ossification nucleus of the olecranon to appear before the

trochlea in both sexes, as well as the radio and the medial epicondyle nuclei appear at similar ages in females.

Key-words: Child, Elbow

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados da literatura com idade (anos) aproximada para o surgimento dos núcleos de ossificação	18
Tabela 2 - Categorias para o coeficiente kappa. Landis e Koch (1977).....	29
Tabela 3 - Teste de Cohen (coeficiente de kappa). Concordância inter e intraobservador em relação à presença dos núcleos de ossificação.....	31
Tabela 4 - Teste de Cohen (coeficiente de kappa). Concordância inter e intraobservador em relação à fusão completa dos núcleos de ossificação.....	31
Tabela 5 - Idade (anos) do surgimento dos núcleos de ossificação para os sexos feminino e masculino.	39
Tabela 6 - Idade (anos) da fusão completa dos núcleos de ossificação para os sexos feminino e masculino.....	40
Tabela 7 - Diferença da idade (anos) do surgimento dos núcleos de ossificação entre os gêneros masculino e feminino.	41
Tabela 8 - Diferença da idade (anos) do surgimento dos núcleos de ossificação da tróclea e olécrano entre os gêneros masculino e feminino.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Núcleos de ossificação do cotovelo na incidência em AP (C - capítulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; T – tróclea; O – olécrano; E – epicôndilo lateral)	27
Figura 2 - Núcleos de ossificação do cotovelo na incidência em perfil (C - capítulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; T – tróclea; O – olécrano; E – epicôndilo lateral)	27
Figura 3 - Porcentagem da presença do capítulo (C) versus grupo etário.....	32
Figura 4 - Porcentagem da presença do rádio (R) versus grupo etário.....	32
Figura 5 - Porcentagem da presença do epicôndilo medial ou interno (I) versus grupo etário.....	33
Figura 6 - Porcentagem da presença da tróclea (T) versus grupo etário.....	33
Figura 7 - Porcentagem da presença do olécrano (O) versus grupo etário.....	34
Figura 8 - Porcentagem da presença do epicôndilo lateral ou externo (E) versus grupo etário.	34
Figura 9 - Porcentagem de fusão completa do capítulo (C) versus grupo etário.....	35
Figura 10 - Porcentagem de fusão completa do rádio (R) versus grupo etário.....	35
Figura 11 - Porcentagem de fusão completa do epicôndilo medial (I) versus grupo etário.	36
Figura 12 - Porcentagem de fusão completa do tróclea (T) versus grupo etário.....	36
Figura 13 - Porcentagem de fusão completa do olécrano (O) versus grupo etário.....	37
Figura 14 - Porcentagem de fusão completa do epicôndilo lateral ou externo (E) versus grupo etário.	37
Figura 15 - Porcentagem de presença dos núcleos de ossificação versus grupo etário para o sexo masculino.	38
Figura 16 - Porcentagem de presença dos núcleos de ossificação versus grupo etário para o sexo feminino.....	38
Figura 17 - Box plot da idade (anos) do aparecimento de cada um dos núcleos de ossificação.....	39

Figura 18 - Box plot da idade (anos) da fusão completa dos núcleos de ossificação..... 40

Figura 19 - Núcleos de ossificação do cotovelo em incidência AP.

Presença do núcleo do olécrano, sem apresentar o núcleo da tróclea.

(C - capítulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; O - olécrano) 42

Figura 20 - Núcleos de ossificação do cotovelo em incidência em perfil.

Presença do núcleo do olécrano, sem apresentar o núcleo da tróclea.

(C - capítulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; O - olécrano) 42

LISTA DE ABREVIATURAS

C	Capítulo
R	Rádio
I	Epicôndilo medial ou interno
T	Tróclea
O	Olécrano
E	Epicôndilo lateral ou externo
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
USP	Universidade de São Paulo
HCFMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
AP	Anteroposterior
RIS	Sistema de Informática em Radiologia
k	Coeficiente de Kappa

SUMÁRIO

RESUMO	7
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS	14
INTRODUÇÃO	16
OBJETIVOS	20
MATERIAL E MÉTODOS	22
Tipo e local do estudo.....	23
Comitê de Ética	23
Divulgação e propriedade das informações	24
Seleção dos Pacientes	25
Critérios de inclusão e exclusão	25
Avaliação	26
Caracterização da amostra	28
Análise	28
RESULTADOS	30
DISCUSSÃO.....	43
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	48

1. INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

Múltiplos estudos foram realizados com a finalidade de descrever os núcleos de ossificação e a ordem cronológica de seus surgimentos, sendo os modelos de Girdany e Golden (1) e Garn (2) os mais amplamente difundidos e utilizados como referência, além de outros para avaliação da maturidade óssea.

A avaliação da idade óssea tornou-se uma importante ferramenta na escolha de muitas condutas, em especial em algumas afecções ortopédicas, principalmente nas correções de escoliose e nas epifisiodeses, e endocrinológicas, como por exemplo na avaliação de puberdade precoce. A idade óssea pode ser estimada através de várias técnicas e radiografias de diversas regiões do esqueleto, como por exemplo quadril, pés, joelhos e cotovelo. Porém, poucos destes métodos adquiriram tal importância clínica quanto a classificação de Risser (3) na avaliação de potencial de crescimento no pré-operatório de correção de escoliose. Assim como, o atlas de Greulich e Pyle (4) que é o método de avaliação de idade óssea mais comumente utilizado na prática clínica pediátrica e endocrinológica, no caso utilizando radiografias simples anteroposterior de mãos e punhos.

Em 1962, *Sauvegrain et al.* (5) utilizaram radiografias com incidências em anteroposterior e perfil do cotovelo para a avaliação da maturidade óssea em crianças e adolescentes. Neste método, são avaliados o epicôndilo lateral, tróclea, olécrano e cabeça do rádio e os pontos são baseados na forma e grau de maturação destes núcleos. A pontuação obtida é colocada em um gráfico que a correlaciona com a idade óssea estimada. Porém, este método se mostrou adequado na avaliação durante a puberdade ou no período que a antecede, em especial a partir dos dez anos de idade.

Ao longo dos anos, a avaliação dos núcleos de ossificação secundários assumiu grande importância na prática clínica, principalmente na avaliação de traumas ou de quadros dolorosos no cotovelo em crianças, em especial nas suspeitas de fraturas/avulsões ósseas (6), ou mesmo descartando estas patologias, fatores estes que influenciam diretamente no tratamento, evolução e prognóstico da lesão. Destaca-

se a limitação da radiografia convencional na identificação de fraturas nas crianças devido à ausência de ossificação de diversas regiões do cotovelo, uma vez que nesta faixa etária estas se apresentam como estruturas cartilaginosas. Desta maneira, fez-se necessário um conhecimento bem estabelecido da ordem de surgimento destes núcleos bem como a idade em que estes eventos ocorrem.

Além da ordem de aparecimento dos centros de ossificação do cotovelo, é importante também reconhecer quando é esperado que estes centros se fundam com o osso de origem no processo de maturação esquelética, e suas características habituais, tais como multicentricidade (diversos núcleos ou aparência fragmentada) e irregularidade de contornos, para que estas características não sejam confundidas com patologias ou fraturas (7).

É amplamente divulgada a ordem de aparecimento dos núcleos de ossificação do cotovelo em crianças auxiliando na avaliação de trauma desta região e permitindo a diferenciação de um núcleo de ossificação secundário em sua posição habitual de um fragmento ósseo deslocado e ocupando posição anormal. É de relativo consenso pela literatura mundial que a ordem cronológica de aparecimento desses núcleos seja: capítulo do úmero, cabeça do rádio, epicôndilo interno ou medial, tróclea do úmero, olécrano e epicôndilo externo ou lateral, inclusive sendo difundido o mnemônico CRITOE ou CRITOL. Há também a divulgação das idades em que estes núcleos de ossificação habitualmente aparecem, estas informações, porém, apresentam certas divergências em diferentes estudos e publicações e sofrem alterações conforme a população estudada (7-10).

Núcleos de Ossificação	Girdany e Golden (1)		Garn et al (2)		Bajaj et al (12)		Cheng et al (9)		Patel et al (10)	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Capítulo	0,08-0,67	0,33	0,26	1	0,5	0,5	1			
Rádio	2,9-5,5	5,21	3,87	7	6,2	3,5	5	5,9	5,9	4,2
Epicôndilo Medial	4,75-7	2,25-5,1	6,25	3,4	7,4	5	7	5	6,8	4,2
Tróclea	7,0-9,0			11	7,9	7,7	9	9,7	9,7	8,4
Olécrano	8,0-11,0	9,67	8,01	11	10,4	8,6	9	9,9	9,9	8,3
Epicôndilo Lateral	11,0-14,0	11,24	9,24	12	10,2	7,5	10	11,2	11,2	9,4

Tabela 1 – Dados da literatura com idade (anos) aproximada para o surgimento dos núcleos de ossificação

1.2 Justificativa do Estudo

O conhecimento adequado do surgimento dos núcleos de ossificação e suas características pode auxiliar na determinação da idade óssea, mas assume papel essencial principalmente nos casos de traumas, em que se faz necessário a avaliação de possíveis fraturas/avulsões ósseas.

Devido as divergências em diversas publicações anteriores, faz-se necessário o estudo da ordem cronológica e da idade do surgimento dos núcleos de ossificação do cotovelo e suas características na população brasileira.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

Avaliar a ordem de aparecimento e de fusão dos núcleos de ossificação do cotovelo nas radiografias simples e correlacionar com as idades em que se apresentam visíveis e diferenças entre os gêneros na nossa população.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo do estudo

Trata-se de um estudo retrospectivo e transversal.

3.2 Local de estudo

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências da Imagem e Física Médica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da Universidade de São Paulo (USP).

3.3 Comitê de Ética

Este projeto seguiu a resolução CNS 196/96 e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), de acordo com o Processo HCRP nº 11611/2011. O estudo atual utilizou dados de exames que foram realizados segundo indicação clínica nas duas instituições da HCFMRP-USP e não ocasionou nenhuma alteração na forma ou na necessidade dos exames solicitados.

Ressaltamos, ainda, que foram tomadas medidas para que se preservasse o anonimato absoluto das informações dos pacientes conforme descrito na próxima seção.

3.4 Divulgação e propriedade das informações

Os responsáveis por esta pesquisa comprometeram-se a manter sigilo a respeito dos dados pessoais dos pacientes envolvidos no levantamento e comprometeram-se, ainda, a divulgar os dados da pesquisa tornando-os públicos favoráveis ou não. A propriedade das informações geradas é do orientador e dos demais participantes responsáveis pelo estudo até a publicação do resultado em revistas científicas. Todos os arquivos de imagens de radiografias foram anonimizados pelo pesquisador principal e a leitura das alterações pelos radiologistas avaliadores foi realizada sem nenhum conhecimento de dados pessoais como nome, registro no HCRP, idade, sexo, ou outros dados que pudessem permitir a identificação dos indivíduos cujas imagens foram utilizadas. Quando as imagens forem apresentadas em congresso ou em publicações o pesquisador principal se comprometeu que não haverá divulgação direta ou ocultada de informações pessoais que permitam identificar os indivíduos examinados. Portanto apenas o pesquisador principal teria acesso às informações sobre sexo e idade dos pacientes. A forma de garantir que as informações pessoais dos pacientes sejam reveladas para os demais pesquisadores ou para terceiros foi consequência das seguintes medidas:

- 1) A identificação do paciente na planilha de dados da pesquisa foi feita por números (e.g. Paciente#1, Paciente#2, etc.) e não pelo nome ou iniciais do nome.
- 2) Todas as informações dos pacientes, constantes nos cabeçalhos (ie., Headers) de arquivos DICOM das radiografias de cotovelo foram anonimizados através do software KPACS, o qual gerencia os arquivos de imagens médicas.

3.5 Seleção dos pacientes

Estudo retrospectivo com inclusão de pacientes entre 0 e 18 anos de idade já submetidos ao exame de radiografias simples com incidências em anteroposterior e perfil por indicação clínica na Unidade Campus e na Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP) no período de setembro de 2010 a setembro de 2015. Os exames foram identificados a partir do Sistema de Informática em Radiologia (RIS) do HCRP.

3.6 Critérios de inclusão

- Idade entre 0 e 18 anos.
- Ter realizado radiografia simples de pelo menos um dos cotovelos com incidências em anteroposterior e perfil.

3.7 Critérios de exclusão

- Fratura/luxação atual ou prévia do cotovelo estudado.
- Presença de equipamento gessado ou material de osteossíntese que prejudicasse a avaliação adequada dos núcleos de ossificação.
- Suspeita ou diagnóstico prévio de doenças osteometabólicas (como Osteogênese Imperfeita), inflamatórias (como Artrite Idiopática Juvenil e artrite séptica) ou de qualquer outra afecção que alterasse o surgimento dos núcleos de ossificação.

- Suspeita ou diagnóstico de neoplasias ósseas ou de partes moles regionais (diagnóstico por imagem ou história clínica).
- Má qualidade (artefatos de movimento) ou realização de somente uma das incidências.

3.8 Radiografias Simples

Os exames de radiografias simples foram realizados em incidências em anteroposterior e perfil. Incidências complementares também foram utilizadas, quando presentes.

3.9 Avaliação

A avaliação retrospectiva foi realizada por dois radiologistas musculoesqueléticos de forma independente e às cegas para avaliação da reprodutibilidade interobservador. Posteriormente, foi realizada uma segunda avaliação em um intervalo de dois meses pelos dois radiologistas para avaliação intraobservador. Um dos médicos radiologistas tinha 5,5 anos de experiência (P. M. A.) e o outro com 3,5 anos de experiência (C. S. M.) em radiologia musculoesquelética.

Os radiologistas avaliaram a presença de cada núcleo de ossificação secundário do cotovelo (capítulo do úmero, cabeça do rádio, epicôndilo interno ou medial, tróclea do úmero, olécrano e epicôndilo externo ou lateral) para cada radiografia de forma independente e às cegas, sem informações sobre faixa etária ou sexo (figuras 1 e 2). Foram avaliadas também as características de cada núcleo de

ossificação, classificando-os como: presente sem fusão, presente com fusão parcial ou incompleta ou presente com fusão completa, além de suas características em relação à presença de irregularidade de contornos e aparência fragmentada. A fusão completa foi considerada quando houve obliteração de toda a placa de crescimento.

Figura 1 - Núcleos de ossificação do cotovelo na incidência em AP (C - capítulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; T - tróclea; O - olécrano; E - epicôndilo lateral)

Figura 2 - Núcleos de ossificação do cotovelo na incidência em perfil (C - capítulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; T - tróclea; O - olécrano; E - epicôndilo lateral)

3.10 Caracterização da amostra

Os pacientes foram divididos em grupos segundo a faixa etária, sendo que o grupo 0 abrangia crianças recém-nascidas até 1 ano de vida incompleto, o grupo 1 denotava pacientes com 1 ano até 2 anos incompletos e o mesmo critério foi utilizado para os demais grupos até o grupo 18. Cada indivíduo foi incluído somente em um grupo etário, mesmo aqueles que foram seguidos por longos períodos, sendo selecionado somente o primeiro exame realizado em uma das instituições. Foram incluídos adultos jovens (18 anos) a fim de garantir uma faixa etária em que todos os pacientes já apresentariam todos os núcleos de ossificação fundidos.

Dos 926 pacientes que preencheram os critérios de inclusão, foram selecionados cerca de 30 exames de radiografia de cotovelo para cada grupo etário, de forma cronológica, de exames mais recentes a mais antigos até completar 30 exames em cada grupo etário ou maior número possível. Foram selecionados 544 exames referentes a 439 pacientes. Foram observados 312 pacientes do sexo masculino e 127 do sexo feminino, com idades variando de 22 dias a 18 anos.

3.11 Análise dos dados

Após as leituras das radiografias, foram estudadas a relação entre a faixa etária e sexo de cada paciente e a presença de cada núcleo de ossificação para determinação em que faixa etária cada núcleo já se encontra presente na população estudada e consequentemente a ordem do aparecimento dos mesmos.

Para analisar a concordância intra e interobservadores foram utilizados o coeficiente kappa, introduzido por Cohen (1960). Landis e Koch (1977) fornecem as seguintes categorizações para o coeficiente kappa:

Coeficiente <u>kappa</u>	Força da concordância
Menor que zero	<i>poor</i> (pobre)
0,00 – 0,20	<i>slight</i> (desprezível)
0,21 – 0,40	<i>fair</i> (suave)
0,41 – 0,60	<u><i>moderate</i></u> (moderada)
0,61 – 0,80	<u><i>substantial</i></u> (substancial, grande)
0,81 – 1,00	<u><i>almost perfect</i></u> (quase perfeita)

Tabela 2 - Categorias para o coeficiente kappa. Landis e Koch (1977).

Para comparar os gêneros quanto a presença do núcleo e presença de fusão em cada grupo etário foram calculados odds ratio através da regressão logística.

Para as comparações entre gêneros e núcleos quanto a idade de aparecimento foi proposto o modelo de regressão linear com efeitos mistos (efeitos aleatórios e fixos). Para as comparações foi utilizado o pós-teste por contrastes ortogonais.

Para analisar as comparações entre gêneros e núcleos quanto a idade de fusão tentou-se ajustar o mesmo tipo de modelo que foi utilizado para a idade do aparecimento, no entanto, o ajuste do modelo ficou inadequado, não atendendo aos pressupostos básicos. Sendo assim, preferiu-se comparar apenas os gêneros dentro de cada núcleo, separadamente. Essa comparação foi feita através do teste de Mann-Whitney, técnica não paramétrica que permite a comparação de dois grupos independentes sem que haja suposições quanto à distribuição dos dados.

Todos os gráficos apresentados foram feitos com o auxílio do software R, versão 3.2.1 e as análises, através do SAS 9.0

Para todas as comparações adotou-se um nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

4.1 Dados da avaliação

Os dados do coeficiente kappa (k) de Cohen para a presença e a fusão completa dos núcleos de ossificação estão demonstrados nas tabelas 2 e 3.

	INTEROBSERVADOR	INTRAOBSERVADOR
Capítulo	k = 0,932	k = 0,932
Rádio	k = 0,968	k = 0,981
Epicôndilo Medial	k = 0,948	k = 0,984
Tróclea	k = 0,927	k = 0,959
Olécrano	k = 0,968	k = 0,995
Epicôndilo Lateral	k = 0,991	k = 0,995

Tabela 3 - Teste de Cohen (coeficiente de kappa). Concordância inter e intraobservador em relação à presença dos núcleos de ossificação.

	INTEROBSERVADOR	INTRAOBSERVADOR
Capítulo	k = 0,962	k = 0,978
Rádio	k = 0,923	k = 0,943
Epicôndilo Medial	k = 0,910	k = 0,957
Tróclea	k = 0,921	k = 0,960
Olécrano	k = 0,959	k = 0,953
Epicôndilo Lateral	k = 0,895	k = 0,957

Tabela 4 - Teste de Cohen (coeficiente de kappa). Concordância inter e intraobservador em relação à fusão completa dos núcleos de ossificação.

Para cada grupo etário, a porcentagem dos pacientes que apresentavam cada um dos seis núcleos de ossificação foi confrontada com a idade. Os dados dos sexos masculino e feminino foram colocados no mesmo gráfico (figs. 3 a 8). A seguir estão demonstrados os gráficos com a porcentagem dos pacientes que apresentavam fusão completa de cada um dos núcleos de ossificação *versus* a idade (figs. 9 a 14).

Figura 3 - Porcentagem da presença do capítulo (C) versus grupo etário.

Figura 4 - Porcentagem da presença do rádio (R) versus grupo etário.

Figura 5 - Porcentagem da presença do epicôndilo medial ou interno (I) versus grupo etário.

Figura 6 - Porcentagem da presença da tróclea (T) versus grupo etário.

**CENTRO DE CIÊNCIAS DAS IMAGENS E FÍSICA MÉDICA
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Figura 7 - Porcentagem da presença do olécrano (O) versus grupo etário.

Figura 8 - Porcentagem da presença do epicôndilo lateral ou externo (E) versus grupo etário.

Figura 9 - Porcentagem de fusão completa do capítulo (C) versus grupo etário

Figura 10- Porcentagem de fusão completa do rádio (R) versus grupo etário

Figura 11- Porcentagem de fusão completa do epicôndilo medial (I) versus grupo etário

Figura 12- Porcentagem de fusão completa do tróclea (T) versus grupo etário

Figura 13- Porcentagem de fusão completa do olécrano (O) versus grupo etário

Figura 14- Porcentagem de fusão completa do epicôndilo lateral ou externo (E) versus grupo etário

Para o cálculo das idades no aparecimento dos núcleos de ossificação utilizou-se o seguinte gráfico como base, considerando apenas as categorias “ausente” e “presente sem fusão”:

Figura 15 - Porcentagem de presença dos núcleos de ossificação versus grupo etário para o sexo masculino.

Figura 16 - Porcentagem de presença dos núcleos de ossificação versus grupo etário para o sexo feminino.

CENTRO DE CIÊNCIAS DAS IMAGENS E FÍSICA MÉDICA
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Núcleo	Gênero	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p*
C	Feminino	19	1,26	0,45	0,53	1,19	1,99	<0,01
	Masculino	9	1,36	0,36	0,60	1,35	1,76	
R	Feminino	30	5,52	1,60	2,74	6,06	7,92	<0,01
	Masculino	53	6,19	1,27	3,08	6,47	7,98	
I	Feminino	24	5,75	1,60	2,84	6,17	7,92	<0,01
	Masculino	53	8,21	1,36	4,17	8,65	9,89	
T	Feminino	19	9,06	1,86	5,15	9,57	11,61	<0,01
	Masculino	56	10,98	1,44	7,45	11,26	12,99	
O	Feminino	23	8,60	1,40	6,09	8,74	10,65	<0,01
	Masculino	38	10,59	0,87	8,70	10,73	11,90	
E	Feminino	11	10,36	0,89	8,43	10,47	11,67	<0,01
	Masculino	46	12,18	1,12	9,74	12,22	14,33	

Tabela 5 - Idade (anos) do surgimento dos núcleos de ossificação para os sexos feminino e masculino.

Figura 17 - Box plot da idade (anos) do aparecimento de cada um dos núcleos de ossificação.

CENTRO DE CIÊNCIAS DAS IMAGENS E FÍSICA MÉDICA
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Núcleo	Gênero	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p*
C	Feminino	11	12,50	1,22	10,08	12,83	13,98	<0,01
	Masculino	59	15,25	1,05	12,60	15,31	16,99	
R	Feminino	7	13,64	0,71	12,33	13,63	14,52	<0,01
	Masculino	39	16,19	1,28	12,60	16,49	17,83	
I	Feminino	5	13,95	0,43	13,43	13,98	14,52	<0,01
	Masculino	64	16,69	1,90	11,13	17,02	18,99	
T	Feminino	9	12,75	1,20	10,08	13,23	13,98	<0,01
	Masculino	55	15,32	1,01	12,85	15,33	16,99	
O	Feminino	6	13,86	0,45	13,40	13,81	14,52	<0,01
	Masculino	47	16,01	1,21	13,86	16,30	17,83	
E	Feminino	6	13,33	0,55	12,33	13,42	13,98	<0,01
	Masculino	57	15,82	1,23	12,85	15,85	17,83	

Tabela 6 - Idade (anos) da fusão completa dos núcleos de ossificação para os sexos feminino e masculino.

Figura 18 - Box plot da idade (anos) da fusão completa de cada um dos núcleos de ossificação.

Comparação	Diferença estimada	Intervalo de confiança (95%)		Valor-p
C (Masculino - feminino)	0,10	-0,96	1,17	0,85
R (Masculino - feminino)	0,70	0,11	1,29	0,02
I (Masculino - feminino)	2,45	1,83	3,08	<0,01
T (Masculino - feminino)	2,16	1,48	2,84	<0,01
O (Masculino - feminino)	2,32	1,65	2,99	<0,01
E (Masculino - feminino)	2,19	1,34	3,04	<0,01

Tabela 7 - Diferença da idade (anos) do surgimento dos núcleos de ossificação entre os gêneros masculino e feminino.

Comparação	Diferença estimada	Intervalo de confiança (95%)		Valor-p
Feminino (T - O)	0,39	-0,31	1,09	0,27
Masculino (T - O)	0,23	-0,25	0,71	0,34

Tabela 8 - Diferença da idade (anos) do surgimento dos núcleos de ossificação da tróclea e olécrano entre os gêneros masculino e feminino.

O primeiro núcleo de ossificação a surgir foi o capítulo em ambos os sexos por volta do primeiro ano de idade. No sexo feminino, notou-se o surgimento do núcleo do rádio e do epicôndilo medial no mesmo período (6,06 e 6,17 anos, respectivamente), diferentemente do que ocorreu no sexo masculino em que foi observado que o núcleo do rádio aparece mais precocemente (6,47 e 8,65 anos, respectivamente).

Embora não tenha sido obtida significância estatística, observou-se uma tendência do surgimento do núcleo de ossificação do olécrano antes da tróclea em ambos os sexos, aos 8,74 e 9,57 anos, respectivamente, no sexo feminino e 10,73 e 11,26 anos, respectivamente, no sexo masculino (figuras 19 e 20).

Todos os núcleos de ossificação do cotovelo apresentaram a tendência de fusão completa nos pacientes do sexo feminino em uma idade mais precoce em relação ao sexo masculino.

Durante as avaliações das radiografias, notou-se que os núcleos de ossificação da tróclea e do olécrano algumas vezes apresentaram o aspecto multicêntrico.

Figura 19 - Núcleos de ossificação do cotovelo em incidência AP. Presença do núcleo do olécrano, sem apresentar o núcleo da tróclea. (C - capitulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; O - olécrano)

Figura 20 - Núcleos de ossificação do cotovelo em incidência em perfil. Presença do núcleo do olécrano, sem apresentar o núcleo da tróclea. (C - capitulo; R - rádio; I - epicôndilo medial; O - olécrano)

5. DISCUSSÃO

Muitos estudos avaliaram o surgimento e a fusão dos núcleos de ossificação no cotovelo, porém a maioria apresentava amostras populacionais pequenas ou informações incompletas em relação à fonte e obtenção dos dados das pesquisas. Por outro lado, algumas das publicações, como o estudo de Khanna e Kiran (11), avaliou somente a idade de fusão dos núcleos.

Cheng et al (9) avaliou de forma semelhante ao nosso estudo os núcleos de ossificação, porém somente em relação aos seus surgimentos na população chinesa. Já Patel et al (10) incluiu em seu estudo a avaliação das idades de fusão dos núcleos na população canadense, assim como a diferença destas características entre os gêneros.

Semelhantemente aos estudos de Cheng et al e Patel et al, notou-se um atraso de aproximadamente 2 anos no surgimento dos núcleos de ossificação nos pacientes do sexo masculino em comparação aos do sexo feminino, com exceção do capítulo e rádio. Em relação à fusão dos núcleos, não se observou uma sequência semelhante ao surgimento, porém os pacientes do sexo feminino apresentaram idades de fusão menores em todos os núcleos comparativamente aos do sexo masculino.

É de amplo conhecimento que os padrões de ossificação são afetados pela genética, fatores ambientais, bem como por afecções que podem afetar o crescimento ou maturação óssea. A comparação com populações indiana (12), chinesa (9) e canadense (10) corrobora estas prováveis diferenças regionais, o que pode explicar as variações entre os diversos estudos.

É de suma importância o conhecimento da ordem cronológica dos núcleos de ossificação e suas características (fragmentada ou multicêntrica), principalmente no contexto de traumas, para que, por exemplo, uma pequena fratura da face lateral da metáfise do úmero em uma criança pré-escolar não seja confundida com o núcleo de ossificação do epicôndilo lateral, este que aparece mais tardiamente.

No estudo, foram obtidos valores de kappa altos, demonstrando correlação intra e interobservadores quase perfeita.

Nosso estudo apresentou algumas limitações. Durante a amostragem, não foi realizado pareamento dos grupos quanto ao gênero, sendo muito maior o número de

pacientes do sexo masculino, uma vez que a maioria das radiografias realizadas estavam relacionadas a traumas, sabidamente mais frequente entre os pacientes do sexo masculino. Uma vez em que não foi realizado um acompanhamento longitudinal e controlado dos pacientes do estudo, não foi possível documentar a idade real do surgimento dos núcleos de ossificação, deste modo a análise estatística foi baseada na prevalência/presença dos núcleos em cada grupo etário.

Algumas discrepâncias foram observadas, como por exemplo as baixas prevalências dos núcleos de ossificação do capítulo no grupo 5 no sexo feminino (figura 3) e da tróclea no grupo 9 também no sexo feminino (figura 6), provavelmente relacionadas às pequenas amostras populacionais.

6. CONCLUSÃO

Observamos que os núcleos de ossificação do cotovelo surgem de forma previsível e, que apesar de não apresentar uma significância estatística, notamos que o núcleo de ossificação do olécrano possui uma tendência a surgir antes do núcleo da tróclea, em concordância com os estudos anteriores. Foi observado também que, em geral, os núcleos de ossificação surgem aproximadamente dois anos antes nos pacientes do sexo feminino em comparação com os do sexo masculino, com exceção do capítulo e rádio. Além disso, notou-se que os núcleos da tróclea e do olecrano podem apresentar o aspecto multicêntrico, conhecimento que pode ser importante na diferenciação e avaliação de possíveis fraturas.

Em relação à idade de fusão dos núcleos, não foi observado uma ordem cronológica evidente, porém pode-se observar que os núcleos de ossificação do cotovelo possuem uma tendência de fusão mais precoce no sexo feminino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Girdany, B.R., Golden, R. Centers of ossification of the skeleton. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1952 Dec;68(6):922-4
2. Garn, S.M., Rohmann, C.G., Blumenthal, T., Silverman, F.N. Ossification communalities of the hand and other body parts: their implication to skeletal assessment. *Am J Phys Anthropol.* 1967 Jul;27(1):75-82
3. Risser JC (1958) The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 11:111–119
4. Greulich WW, Pyle SI (1959) Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist, 2nd Edn. Stanford University Press
5. Sauvegrain, J., Nahum, H., Bronstein H. [Study of bone maturation of the elbow]. *Ann Radiol (Paris).* 1962;5:542-50
6. Crowther, M. Elbow pain in pediatrics. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2009; 2:83-87.
7. Freyschmidt, J., Brossmann, J., Wiens, J., Sternberg, A. Radiologia óssea - limites do normal e achados patológicos precoces. 14ª edição. Rio de Janeiro: Revinter; 2005
8. Kamath, A.F., Baldwin, K., Horneff, J., Hosalkar, H.S. Operative versus non-operative management of pediatric epicondyle fractures: a systematic review. *J Child Orthop* 2009; 3:345-357
9. Cheng, J.C., Wing-Man, K., Shen W.Y., Yurianto, H., Xia, G., Lau, J.T., Cheung, A.Y. A new look at the sequential development of elbow-ossification centers in children. *J Ped Orthop* 1998 Mar-Apr; 18(2):161-7
10. Patel, B., Reed, M., Patel, S. Gender-specific pattern differences of the ossification centers in the pediatric elbow. *Pediatr Radiol* 2009; 39:226-231
11. Khanna, K.K., Kiran, S. Radiological study at wrist and elbow-epiphysial fusion with diaphysis. *Indian J Med Sci.* 1979; 33:121–125
12. Bajaj ID, Bhardwaj OP, Bhardwaj S (1967) Appearance and fusion of important ossification centers: a study in Delphi population. *Indian J Med Res.* 1967; 55:1064–1067