



## ARCHIVES OF ANATOMY

**Official Journal of the Portuguese Anatomical Society (SAP/AAP)**

**ISSN 2183-329X, vol 11, nº1, 2022**

### **Editor-in-Chief**

**Pedro Oliveira (Portugal, FMUL/IUEM), pedromaoliveira@hotmail.com**

### **Associate Editors**

**José Paulo Andrade (Portugal, FMUP), jandrade@med.up.pt**

**Sofia Pimenta (Portugal, UTAD), salves@utad.pt**

**Sofia Pereira (Portugal, ICBAS), spereira.bq@gmail.com**

**Gonçalo Martins Pereira (Portugal, IUEM), goncalo\_martins\_pereira@hotmail.com**

### **Portuguese Anatomical Society (SAP/AAP)**

#### **President**

**Maria João Oliveira (Portugal, ICBAS)**

#### **Vice-president**

**Pedro Oliveira (Portugal, FMUL/IUEM)**

#### **Secretary**

**Paula Ferreira Proença (Portugal, ICBAS)**

#### **Secretary**

**Maria Alzira Cavacas (Portugal, IUEM)**

#### **Tesoureira**

**Bruno Colaço (Portugal, UTAD)**

---

## **ARCHIVES OF ANATOMY**

### **EDITORIAL BOARD**

ALESSANDRO RIVA (ITÁLIA)	FILIPE CASEIRO ALVES (PORTUGAL)	MARIA DULCE MADEIRA (PORTUGAL)
ALOIS LAMETSCHWANDTNER (AUSTRIA)	FRIEDRICH PAULSEN (ALEMANHA)	NALINI PATHER (AUSTRÁLIA)
ANTÓNIO CARLOS MIGUÉIS (PORTUGAL)	GARETH JONES (NOVA ZELÂNDIA)	NUNO SOUSA (PORTUGAL)
ANTÓNIO JOSÉ GONÇALVES FERREIRA (PORTUGAL)	GORDANA TEOFIOVSKI-PARAPID (SÉRVIA)	PIERRE SPRUMONT (SUIÇA)
ANTÓNIO SILVA BERNARDES (PORTUGAL)	GUIDO MACCHIARELLI (ITÁLIA)	RICARDO JORGE LOSARDO (ARGENTINA)
ANTÓNIO SANTOS SILVA (PORTUGAL)	JOÃO GOYRI-O'NEILL (PORTUGAL)	RICHARD HALTI CABRAL (BRASIL)
ANTÓNIO SOUSA PEREIRA (PORTUGAL)	JOÃO BRITO PATRÍCIO (PORTUGAL)	RICHARD SMITH (BRASIL)
ARTUR ÁGUAS (PORTUGAL)	JOHN FRAHER (IRLANDA)	SUSANA BIASSUTO (ARGENTINA)
BEAT RIEDERER (SUIÇA)	JOSÉ CARLOS PRATES (BRASIL)	TATSUO UCHIKI (JAPÃO)
BERNARD MOXHAM (REINO UNIDO)	JOSE LUIS BUENO Y LÓPEZ (ESPAÑHA)	TELMA MASUKO (BRASIL)
BEVERLEY KRAMER (RSA)	LUTZ VOLLRATH (ALEMANHA)	STEPHEN CARMICHAEL (EUA)
CARLOS ZAGALO (PORTUGAL)	MARIA AMÉLIA FERREIRA (PORTUGAL)	UDO SCHUMACHER (ALEMANHA)
DIOGO PAIS (PORTUGAL)		VINCENT DELMAS (FRANÇA)
ERDOGAN SENDEMIR (TURQUIA)		YASUO UCHIYAMA (JAPÃO)
ERICH BRENNER (ÁUSTRIA)		

---

## **EDITORIAL – ARCHIVES OF ANATOMY, VOL. 11, Nº1**

**Pedro Oliveira (Editor-in-Chief de Archives of Anatomy)**  
**pedromaoliveira@hotmail.com**

Caros Amigos da Sociedade Anatómica Portuguesa,

O Archives of Anatomy, inspirado no *Archivo de Anatomia e Anthropologia* editado pela primeira vez pelo Professor Henrique de Vilhena em 1915, é, desde 2013, um jornal que procura divulgar a ciência produzida nos departamentos de Ciências Morfológicas, onde os Associados da Sociedade Anatómica Portuguesa ensinam e investigam.

Impulsionado por Professores que são uma referência para a Anatomia Portuguesa, o Archives of Anatomy tem sido uma montra digna da Sociedade que representa, tendo simultaneamente o potencial de a levar além-fronteiras, num mundo mais e mais “ligado”. Pelo contributo que deram para o sucesso deste esforço, é justo que se refira e agradeça aos anteriores *editors-in-chief*, o Professor Ivo Furtado (Uma) e o Professor Jorge da Fonseca (IUEM).

Com a eleição da Direcção da Sociedade Anatómica Portuguesa presidida pela Professora Maria João Oliveira (ICBAS), assumimos o encargo de continuar a promover o Archives of Anatomy, e partilhamos o objectivo da Direcção e restantes Corpos Sociais de ir ao encontro de todas as Escolas Portuguesas onde se ensina Anatomia e as ciências afins. Acreditamos que o Archives of Anatomy também possa servir este propósito.

Fazem parte do Corpo Editorial o Professor José Paulo Andrade (FMUP), a Professora Sofia Pimenta (UTAD), a Professora Sofia Pereira (ICBAS), e o Professor Gonçalo Pereira (IUEM). Queremos implementar alguns dos processos indispensáveis a uma publicação científica credível, como são o *peer-review*, a automatização do processo de submissão, ou a indexação em bases de dados organizadas, facilitando a pesquisa e a associação de indicadores bibliométricos. Estamos conscientes das dificuldades que envolvem estas tarefas, mas tentaremos, se não cumprir todo o caminho, ao menos dar alguns passos para o cumprimento destes objectivos.

No (re)começo do ano lectivo, renovam-se vontades e energias para aquela que é a missão que assumimos. Ensinar, estudar e aprender. Os tempos desafiantes que se avizinham – também para a Anatomia – podem ser tempos interessantes, de oportunidades. Parece-nos um óptimo prenúncio que o advento deste ciclo ocorra com a realização em Portugal, do 13th International Symposium Clinical and Applied Anatomy, presidido pela Professora Lia Neto (FMUL), em Vilamoura, de 15 a 17 de setembro, a que se juntará o encontro anual da Sociedade Anatómica Portuguesa. Será certamente um grande encontro científico. Contamos encontrar a todos!

Pedro Oliveira (FMUL, IUEM), editor-in-chief

---

## **Evolução e desafios da área de diagnóstico por imagem**

**Alexandre Roberto Hickmann<sup>1</sup>, Roberto Silveira da Silva<sup>2</sup>, José Paulo Andrade<sup>3\*</sup>, Elvira Alicia Aparício Cordero<sup>4</sup>**

**<sup>1</sup>Hospital Baía Sul Medical Center e Clinica Imagem - Hospital Care, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.**

**<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa e Pós-graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) e membro do Comitê de Ética de Pesquisa do Hospital Mãe de Deus (HMD) - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil**

**<sup>3</sup>Departamento de Biomedicina, Unidade de Anatomia, Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP), Porto, Portugal**

**<sup>4</sup>Faculdade de Ciências da Saúde Moinhos de Vento (FACSMV). Responsabilidade Social - PROADI-SUS do Hospital Moinhos de Vento - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil**

**\*autor para correspondência. Email: jandrade@med.up.pt**

### **RESUMO**

Todos os dias, milhares de pacientes são submetidos a exames de diagnóstico por imagem em hospitais e clínicas pelo mundo. Os exames radiológicos vão desde um simples exame de raios-X até os mais modernos exames de tomografia computadorizada (TAC) e ressonância magnética nuclear (RMN), com ou sem o uso de meios de contraste. A interpretação das imagens alcançou protagonismo no diagnóstico e auxilia, de forma determinante, a decisão do melhor tratamento da doença. O desenvolvimento extraordinário do campo de diagnóstico/tratamento está na origem de muitos desafios técnico-científicos e suscita discussões no âmbito da bioética, entendido como uma preocupação na proteção do componente da vida e da dignidade humana.

Entre os temas abordados encontra-se a história e o desenvolvimento da radiologia, passando pelo papel do médico assistente/radiologista; os desafios bioéticos; os desafios específicos da área (princípios aplicáveis de movimentos como Choosing Wisely, ALARA, Image Gently); o consentimento informado, como um instrumento imprescindível na atuação radiológica. Serão também feitas algumas considerações a respeito da importância que o exame de imagem tem alcançado no auxílio diagnóstico, prognóstico e acompanhamento/evolução dos pacientes acometidos pela infecção causada pelo SARS CoV 2.

O presente artigo levanta questões para futuras discussões e estudos, elencando alguns temas de relevância que possam contribuir para evolução da área.

### **PALAVRAS-CHAVE**

radiologia, imagem, estrutura, morfologia, ética

---

## **ABSTRACT**

Every day, thousands of patients undergo diagnostic imaging tests in hospitals and clinics around the world. Radiological exams range from a simple X-ray exam to the most modern computed tomography and nuclear magnetic resonance exams, with or without contrast media. The interpretation of the images has a leading role in the diagnosis and helps, in a decisive way, in deciding the best treatment for numerous diseases. The extraordinary development of diagnosis and treatment is at the origin of many technical and scientific challenges and raises questions in bioethics, understood as a concern in the protection of life and human dignity.

Among the topics that will be covered are the history and development of radiology, including the role of the assistant physician/radiologist; bioethical challenges; specific challenges in the area (applicable principles of movements such as Choosing Wisely, ALARA, Image Gently); informed consent, as an essential tool in radiological action. Some considerations regarding the importance that imaging exams have achieved in aiding diagnosis, prognosis, follow-up, and evolution of patients affected by the infection caused by SARS CoV 2.

This article raises questions for future discussions and studies, listing some relevant issues that can contribute to the evolution of the area.

## **KEYWORDS**

radiology, image, structure, morphology, ethics

---

## HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DAS TECNOLOGIAS DE IMAGEM

O desenvolvimento das tecnologias de imagem, desde a descoberta do raio-X, no final do séc. XIX, até as mais recentes tecnologias digitais, tornou possível o diagnóstico de doenças de forma mais rápida e um pouco menos invasiva. A história da Radiologia começou em 8 de novembro de 1895 com a descoberta experimental dos raios X, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röentgen na Universidade de Würzburg, Alemanha [1]. A primeira radiografia documentada foi apresentada no dia 22 de dezembro de 1895, onde a figura da mão esquerda da esposa de Röentgen foi visualizada num filme fotográfico, observando-se ossos no interior das partes moles menos densas e um anel metálico [2].

Desde então, a radiologia evoluiu e assumiu uma abrangência universal na pesquisa diagnóstica. Depois do surgimento da radiografia simples (raios-X), existem atualmente outras ferramentas como, por exemplo a tomografia axial computorizada (TAC), a ressonância magnética nuclear (RMN) e a medicina nuclear (cintilografia e tomografia por emissão de positrões - PET/CT, na sigla inglesa), que fornecem informações importantes para o diagnóstico nas mais diversas áreas da saúde e que, atualmente, são amplamente utilizadas em todo o mundo.

O raio-X é um procedimento utilizado para diagnóstico médico que gera imagem médica (radiografia) das diferentes partes do corpo, podendo ou não utilizar meio de contraste. A TAC é um método de diagnóstico que utiliza a aquisição milimétrica de imagens do corpo humano, as quais são reconstruídas por meio de um computador em diferentes planos, podendo utilizar ou não meio de contraste [3].

A radiologia de intervenção utiliza diferentes métodos de imagens (fluoroscopia, TAC, RMN, ultrassonografia) para localizar a lesão ou o local de tratamento, e monitorizar o tratamento. Tem por finalidade a realização de um procedimento diagnóstico e terapêutico minimamente invasivo por meio de agulhas e/ou cateter, com uso de contraste, para visualizar os órgãos ou tecidos. [4]

As especialidades radiológicas que utilizam radiação não-ionizante são a ultrassonografia ou ecografia e a RMN. A ultrassonografia utiliza o eco gerado através de ondas ultrassónicas de alta frequência para visualizar, em tempo real, as estruturas internas do organismo [5]. A RMN utiliza campo magnético, pulso de radiofrequência e sistema de computadores de alta potência para produzir imagens detalhadas de órgãos e estruturas internas do corpo utilizando o gadolínio como meio de contraste não iodado [6].

Para observar mais detalhes nas estruturas anatómicas, podem ser utilizados os meios de contraste que realçam a anatomia e a fisiologia da área contrastada. Dentro dos exames da radiologia convencional que utilizam os meios de contraste iodados estão: urografia excretora, histerossalpingografia, mamografia, procedimentos invasivos, etc.

Entre os exames de raio-X que utilizam meios de contraste não iodados, como o sulfato de bário, estão: seriografia do esófago, estômago e duodeno, trânsito intestinal e enema opaco. A radiologia convencional que não utiliza o meio de contraste é a densitometria óssea [7,8].

Já a medicina nuclear emprega quantidades mínimas de substâncias radioativas (radiofármacos) como meio de contraste que verifica o funcionamento e o comprometimento dos órgãos. As imagens obtidas desses exames mostram a captação do radiofármaco no órgão desejado e o resultado serve para fins de diagnóstico e terapêutica [9].

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos no campo da fotografia influenciaram muito a prática médica [10]. Além disso, avanços em técnicas de fluorescência, coloração imuno-histoquímica, métodos moleculares, microscopia, processamento de imagens e o novo mundo da imagiologia médica forneceram ferramentas de diagnóstico melhores e mais precisas [11]. Utilizando técnicas informáticas que permitem transformar sinais digitais em mapas de intensidade, são criadas representações visuais do interior do corpo humano, estáticas ou dinâmicas, onde a renderização volumétrica produzida é a imagem digitalizada que permite a representação tridimensional (3D) que se obteve a partir de cortes estáticos 2D dos pacientes, tornando as especialidades radiológicas de TAC, RMN e ultrassonografia recursos de grande valia para o diagnóstico e avaliação de muitas patologias [12].

## **PAPEL DO MÉDICO ASSISTENTE/RADIOLOGISTA**

O perfil dos profissionais que trabalham nos serviços de radiologia deve passar por atualizações constantes tanto para abranger aspectos técnicos e científicos como na compreensão da dimensão humana (relação médico assistente/radiologista e entre as equipas multidisciplinares que atuam na radiologia).

Buscando sempre focar no benefício ao paciente, é de suma importância agilizar o diagnóstico e tratamento. Sendo assim, a interação entre o médico assistente/radiologista deve ser eficiente, partindo-se do pressuposto que a solicitação de um exame de imagem é um importante auxílio diagnóstico. Com isso, a solicitação do exame radiológico feito pelo médico assistente deve contar com uma breve história clínica, avaliações complementares do paciente e a justificativa da solicitação do exame, alinhado com as três linhas de ação preconizadas pela *International Atomic Energy Agency* (IAEA), chamadas de *Triple A* (*AAA- Awareness, Appropriateness and Audit*, ou seja, em português, Consciencialização, Adequação e Auditoria). Estas orientações mínimas permitem ao médico radiologista participar de uma forma mais efetiva na elucidação do diagnóstico, orientar a execução ou sugerir um novo exame [13, 14].

É necessário também estar ciente que um resultado do exame de imagem pode gerar outras investigações, porque num primeiro momento, pode não responder às questões do médico assistente, levando à re-exposição do paciente, necessária ou desnecessariamente, às radiações ionizantes. Consequentemente, haverá elevação de

custos financeiros por parte dos sistemas de saúde e aumentará os riscos inerentes às doses acumulativas, pela repetição de exames no diagnóstico/tratamento. Com a consciencialização quanto ao uso das radiações ionizantes levados pela proteção radiológica e regido pelo princípio de otimização, preconizada pela *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), denominada ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), torna-se clara a ponderação dos riscos e do custo-benefício aos pacientes [15].

## **DESAFIOS BIOÉTICOS**

A bioética pode ser entendida como um conjunto de princípios e teorias que tem o intuito de orientar e promover práticas que protejam a vida [16]. Configurando-se como campo reflexivo multi-, inter- e transdisciplinar, a bioética pode permitir uma perspetiva integradora, com a exigência intrínseca de substituição da mentalidade tecnológica por uma mais racional, com o intuito de evitar riscos ao paciente, aliviar a dor e restabelecer a qualidade de vida [17]. Talvez o desafio bioético mais difícil de alcançar seja o de conseguir uma medicina consciente de seus limites que, sem deixar de seguir as regras e compromissos internos do progresso disciplinar, ofereça também a igualdade de acesso para todos os cidadãos [18].

As mudanças ocorridas na medicina diagnóstica e terapêutica, com máquinas cada vez mais sofisticadas e de alto custo, de um modo geral, geram inúmeros benefícios. No entanto, levam ao surgimento de desafios no campo da bioética, como a relação médico-máquina-paciente [19]. Em estudos de imagem, o uso excessivo das novas tecnologias também pode levar à desumanização, correndo-se o risco de o paciente tornar-se objeto e não um ser humano em sua totalidade, o que resultaria em um ato desmoralizante em detrimento da dignidade da pessoa humana. O cuidado humano e digno é imprescindível dentro do contexto de atendimento ao paciente, sendo necessária uma formação humanista dos profissionais das áreas da saúde [20].

## **PRIVACIDADE E CONFIDENCIALIDADE**

A garantia da preservação das informações, além de obrigação legal e na maioria dos Códigos de Ética Profissional, é dever profissional e institucional. A preservação da informação pode ser abordada tanto pela questão da privacidade quanto pela da confidencialidade.

A privacidade é a limitação do acesso às informações de uma pessoa, do acesso à própria pessoa e a sua intimidade. É a garantia ao anonimato, do resguardo, do afastamento ou da solidão [21]. A confidencialidade é garantia do resguardo das informações dadas em confiança e proteção dos dados contra qualquer revelação não autorizada. Por isso, é importante colocar-se no lugar do paciente e agir de acordo com esse pensamento [20]. Relembra-se que o direito à privacidade não se extingue com a morte da pessoa. Por outras palavras, o dever de confidencialidade que todos os profissionais da saúde devem cumprir, estende-se até após a morte do paciente [22].

## **TERMO DE CONSENTIMENTOS APLICADO À RADIOLOGIA**

O paciente precisa ter seus direitos fundamentais respeitados, assim como sua capacidade de decidir livremente sobre seu tratamento/exame. A decisão precisa ser tomada de forma livre e esclarecida.

Segundo Clotet, o consentimento informado é uma condição indispensável da relação médico-paciente e é uma decisão voluntária, realizada por uma pessoa autónoma e capaz, tomada após um processo informativo e deliberativo, visando à aceitação de um tratamento específico [23].

Em relação aos termos de consentimento direcionados aos exames radiológicos, observa-se que os seguintes elementos são fundamentais no intuito de auxiliar no esclarecimento adequado ao paciente: informação a respeito do exame, o que o paciente espera desse exame, como ele é realizado, a razão da sua realização, o que se espera encontrar, e as reações adversas mais comuns.

O tempo para deliberação e esclarecimento das informações relativas aos exames radiológicos precisa ser respeitado e faz parte do processo de consentimento, pois é necessário que o paciente considere, *per se*, ou com seu acompanhante/familiar, elaborar suas dúvidas e abordá-las com a equipa ou com o médico assistente.

Recomenda-se fortemente que os riscos a longo prazo devam ser muito bem abordados, bem como os efeitos da radiação ionizante e do uso de meios de contraste, dentro dos limites de compreensão do paciente. Além disso, devem ser apresentadas as alternativas potenciais ao exame, se estas existirem. Deve ficar claro também que o paciente pode desistir ou recusar a realizar o exame, esclarecendo-se as consequências da não realização.

Espera-se que o paciente leve em conta toda informação recebida em termos comprehensíveis e que tome uma decisão livre e esclarecida, sobre a autorização ou a recusa do procedimento proposto. Caso o paciente autorize o procedimento, esse deverá ser formalizado de forma livre e voluntária através da assinatura do termo, que será entregue ao serviço de radiologia. A ausência de esclarecimento e do consentimento informado pode gerar responsabilidade médica *per se*, independente de qualquer outra falta.

Caso o paciente precise de informações mais específicas sobre os exames radiológicos especiais, estas serão dadas pelo radiologista antes de iniciar o procedimento específico, já que o ato do procedimento radiológico não permite ao médico radiologista dispor de explicações diretas e nem há tempo suficiente para estabelecer uma relação de confiança com o paciente. O consentimento assinado constitui uma obrigação ética e legal e não meramente uma formalidade útil à prevenção de reclamações [24].

## **DESAFIOS DA ÁREA RADIOLÓGICA**

O uso indiscriminado dos exames de imagem não é isento de riscos associados às doses de radiação ionizante e aos efeitos colaterais dos meios de contraste. Nesse sentido, várias iniciativas vêm sendo tomadas para aprimorar os critérios e indicações de utilização de acordo com as evidências científicas disponíveis. Vale a pena citar os seguintes movimentos: “*Choosing Wisely*”, com o objetivo de alertar a respeito da utilização excessiva dos serviços de saúde em todo o mundo; o já citado ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), que visa a minimização tanto quanto razoavelmente exequível das doses de radiação a pacientes e trabalhadores; “*Image Gently Alliance*”, que tem o intuito de conscientizar e tornar mais racional os exames de imagem em pediatria, envolvendo pediatras e outros médicos, radiologistas, técnicos e outro pessoal de apoio que realizam e ajudam a realizar os exames e as empresas, que desenvolvem e produzem equipamentos de imagem [25].

Iniciativas como a tradução e validação de guias pelas instituições para fundamentar e tornar mais precisa a solicitação médica, os elementos mínimos da justificação médica e a carteira de radioproteção inserem-se nesse contexto.

### **1) Guia para a prescrição de exames de imagem:**

Dá-se como exemplo, o guia de prescrição traduzido e adaptado pelos Serviços de Radiologia e Física Médica e Radioproteção do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Brasil e disponibilizado dentro da instituição, tendo como base a *Guía para la Prescripción de Exámenes de Diagnóstico por Imagen*, resultado do programa regional da AIEA - RLA9067 - ATS 3 [26].

### **2) Justificação médica:**

A justificação médica clara, com os elementos mínimos, é uma importante ferramenta que auxilia a prática radiológica. Como sabemos das lesões que as radiações ionizantes causam à saúde, o pedido médico adequadamente justificado pode evitar a ocorrência de diagnósticos perdidos e reduzir o risco de repetir o exame ou a eventual necessidade de complementação, o que seria indesejado.

Segundo Lucena, entre as informações clínicas mínimas para a justificação médica na solicitação de exames com uso de radiação ionizante, estão a presença de uma hipótese diagnóstica com uma pergunta a ser respondida, os sinais e os sintomas do paciente e as alterações anatômicas por cirurgias prévias [27].

3) Campanha e carteira de radioproteção compõem as estratégias educativas que reduzem a exposição excessiva de crianças a exames radiológicos [28]. Atualmente, um dos planos de saúde oferecidos em Sorocaba (S. Paulo, Brasil), permite adequar as doses de radiação dos exames digitais de imagens pediátricas que são documentadas nas carteiras individuais das crianças, sendo este, um documento que serve para conscientizar sobre o uso das radiações ionizantes.

## A RADIOLOGIA NO CONTEXTO DA PANDEMIA DE SARS-COV-2

No final do ano de 2019, na cidade de Wuhan, província de Hubei, na China foram identificados pacientes infectados por um novo vírus, que ficou conhecido como SARS-CoV-2 (*severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*) e a doença conhecida como a COVID-19 (*coronavirus disease 2019*) [29, 30, 31]. O vírus SARS-CoV-2 é de transmissão e disseminação muito rápida de pessoa a pessoa, o que levou em março de 2020 a Organização Mundial de Saúde (OMS) a declarar o surto desta doença como pandemia global, pelo aumento considerável de casos e óbitos em todos os continentes.

Algumas observações se fazem necessárias referentes às contribuições possíveis da área de diagnóstico por imagem no contexto da pandemia global por COVID-19, com respeito à confirmação da suspeita diagnóstica e à evolução do tratamento dos pacientes afetados pela infecção causada pelo SARS-CoV-2.

Após um paciente ter sintomas e ser atendido com suspeita de infecção por SARS-CoV-2 numa urgência/emergência hospitalar, dependendo da gravidade do quadro, o paciente passa por exames para a confirmação da doença. Dentre os exames auxiliares ou complementares ao diagnóstico clínico estão os exames moleculares e os de diagnóstico por imagem da radiologia, destacadamente, a radiografia de tórax (RX), TAC e a ultrassonografia de tórax. Esses exames são imprescindíveis para o acompanhamento prognóstico e evolutivo do paciente.

O exame molecular padrão ouro para determinar a positividade dos casos é o exame de RT-PCR (Transcrição reversa seguida de reação em cadeia da polimerase - *reverse transcription–polymerase chain reaction*) que pode levar 24-48h para a confirmação [32].

Entre os exames de diagnóstico por imagem, o RX do tórax é um exame de baixo custo, porém de baixa eficácia para o cenário atual já que não demonstra os sinais indicadores da COVID-19. Esse exame em alguns casos indeterminados apresenta uma sensibilidade de 80,6% (IC de 95% 69,1 a 88,6) e especificidade de 71,5% (IC de 95% 59,8 a 80,8) [33]. O RX será mais utilizado nos casos confirmados da doença e em pacientes que estão hospitalizados para poder auxiliar na monitorização da patologia e assim acompanhar o comprometimento pulmonar (avaliando as complicações). Entretanto, deve-se alertar que este exame deve ser feito com menor frequência já que existe alto risco de contaminação da equipa de radiologia.

A TAC do tórax é o método de escolha tanto para diagnóstico como para o acompanhamento em pacientes sintomáticos ou com critérios de maior gravidade. A TAC de tórax também é indicada para pacientes sintomáticos hospitalizados com RX de tórax normal ou com achados indeterminados. A TAC demonstra com clareza a gravidade com a qual o paciente está sendo acometido e permite a identificação de sinais indicadores de COVID-19, pois fornece alta sensibilidade 87,9% (IC 95% 84,6 a 90,6) e especificidade 80,0% (IC 95% 74,9 a 84,3) [33]. Pacientes com fortes suspeitas epidemiológicas e com padrão tomográfico típico podem ser considerados suspeitos para COVID-19, mesmo com o teste serológico negativo [32, 34]. Nesse caso, deve-se

considerar repetir o teste serológico e considerar também outras hipóteses diagnósticas, como, por exemplo, pneumonia devido ao vírus da gripe. Entretanto, a TAC é um exame de maior custo, utiliza alta dose de radiação ionizante e é realizado numa sala específica, onde o aparelho se encontra instalado. Para a realização deste exame o paciente precisa ser deslocado à sala onde se encontra o tomógrafo, correndo-se maior risco de contaminação no ambiente hospitalar. Esse exame não deve ser utilizado para rastreamento da doença em pacientes assintomáticos ou sintomáticos leves a não ser se há suspeita de progressão da doença. O exame de TAC de tórax auxilia os radiologistas a descrever e reconhecer os achados tomográficos da doença e sua fácil realização permite atender a enorme procura dentro de um tempo adequado no contexto de pronto atendimento. A TAC de tórax é um método rápido, disponível e de boa exatidão que pode antecipar procedimentos de maior cuidado, isolamento e tratamentos nestes pacientes [30, 32]. Para a realização desse exame, o paciente ou o familiar deve assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, que o serviço de Radiologia possui, mesmo que a sua realização seja sem a administração de contraste iodado. Este termo justifica-se pelo tempo de execução do exame e pelo facto do paciente ficar isolado na sala onde se encontra o aparelho.

Outro exame de diagnóstico por imagem utilizado é a ultrassonografia, que por sua vez, tem-se apresentado como uma alternativa viável para o acompanhamento da evolução dos pacientes no leito. Por ser um equipamento móvel, é um exame de baixo custo e com a vantagem de não utilizar radiação ionizante. Especificamente, a ultrassonografia pulmonar nos pacientes acometidos com COVID-19 é capaz de identificar alterações na região superficial dos pulmões, alterações que não são identificáveis no RX [29, 35] e mostra uma sensibilidade de 86,4% (IC 95% 72,7 a 93,9) e especificidade de 54,6% (IC 95% 35,3 a 72,6) [33]. Esse exame serve como triagem (pneumonia / não pneumonia) de pacientes sintomáticos em casa e em fase pré-hospitalar; manejo de pacientes em unidades de cuidados intensivos em relação à ventilação e pneumotórax, além de reduzir o número de profissionais de saúde expostos durante a execução do exame (em geral, um único profissional realiza o exame). Entretanto, na realidade brasileira existem poucos médicos especialistas para a realização desse exame. Para a realização deste exame não há necessidade de aplicação do termo de consentimento informado.

No caso do Brasil, existe um quadro muito diferente quando se comparam as diversas regiões do país, o que ressalta ainda mais as desigualdades sociais e as dificuldades de acesso aos serviços de saúde. Especificamente, com a crise sanitária atual, na área de diagnóstico por imagem, percebe-se um número crescente de solicitações de TAC de tórax, fazendo com que a capacidade de execução, análise e escrita de relatórios tomográficos sejam ultrapassadas [32]. A realidade de déficit de equipamentos de tomografia já foram demonstradas desde 2012, onde se verificou que a necessidade de equipamentos de tomografia/1000 mil habitantes para o país seria de 1940 unidades [36].

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Uma maior interação entre a equipa multidisciplinar e a clínica médica é determinante na execução das melhores práticas no setor da medicina radiológica, lembrando que o paciente deve ser o centro da atenção e todas as ações devem ser direcionadas ao seu bem-estar. Da mesma forma, a equipa multidisciplinar deve trabalhar com base em investigações atualizadas, relevantes e de altíssima confiabilidade.

Deve-se salientar que a digitalização das imagens facilita a disponibilização tanto das imagens como dos resultados. Essa rapidez e eficiência em fornecer respostas, com métodos de imagem mais apurados, estimula a procura de mais exames. Portanto, deve-se estar atento para os casos que possam desencadear solicitações de exames complementares desnecessários ou indiscriminados, com o intuito de suprir a falha na avaliação clínica, na anamnese e no exame físico do paciente [13].

Considerando as melhores práticas e as iniciativas que vêm sendo tomadas, a afirmação de que a diminuição das doses de radiação ionizante em pacientes pediátricos em hospitais de grande porte, por exemplo, pode estar relacionada à maior sensibilização da equipa multidisciplinar com o paciente. Tanto pelo princípio da precaução, como também pela evidência científica, podemos afirmar que, em radiologia pediátrica, o uso de métodos diagnósticos que envolvam radiação ionizante deve ser sempre avaliado sob a perspectiva de risco e benefício, com a maior sensibilidade à radiação e com os efeitos a longo prazo nesses pacientes. Já os pacientes adultos, em geral, correm o risco de receber doses maiores de radiação por diversos motivos, entre eles, a falta de exames anteriores, da história médica e de uma comunicação efetiva entre clínica médica e serviço de radiologia. Conseguir terminar com as lacunas de informação relativas à história médica do paciente talvez seja um dos maiores desafios a serem superados.

Atualmente, com a pandemia causada pela doença COVID-19, sabemos que os exames de imagens são imprescindíveis para o acompanhamento prognóstico e evolução do paciente, principalmente a TAC torácica. No entanto, os achados de imagem podem ser inespecíficos, ou seja, as pneumonias causadas por coronavírus podem ser semelhantes às causadas por outros agentes infeciosos e, portanto, a confirmação diagnóstica precisa ser efetuada através de exames laboratoriais.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- [1] - Ghany M, & Hoofnagle JH. Approach to the patient with liver disease. In Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, & Loscalzo J(Eds.), *Harrison's Gastroenterology and Hepatology* 2013; 2nd ed., pp. 330–339. McGraw-Hill Education.
- [2] - Jesus GC de, Sousa HBA de, & Barcelos R da SS. Principais patologias e biomarcadores das alterações hepáticas. *Revista de Ciências Ambientais e Saúde* 2014; 41(3), 525–537. <https://doi.org/10.18224/EST.V41I3.3597>
- [3] - Marcellin P, and Kutala BK. Liver Diseases: A Major, Neglected Global Public Health Problem Requiring Urgent Actions and Large-Scale Screening. *Liver International*, 2018; 38, 2-6. <https://doi.org/10.1111/liv.13682>.

- [4] – Sharma A, & Nagalli S. *Chronic Liver Disease*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2020.
- [5] - Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR, & Carranza FA. Periodontal Disease Pathogenesis. In P. Preshaw (Ed.), *Carranza's Clinical Periodontology* 2019; 13th ed., pp. 89–111. Elsevier.
- [6] - Albandar JM, Susin C, & Hughes FJ. Manifestations of systemic diseases and conditions that affect the periodontal attachment apparatus: Case definitions and diagnostic considerations. *Journal of Periodontology*, 2018; 89(Suppl 1), S183–S203. <https://doi.org/10.1002/JPER.16-0480>
- [7] - Jepsen S, Caton JG, Albandar JM, Bissada NF, Bouchard P, Cortellini P, Demirel K, de Sanctis M, Ercoli C, Fan J, Geurs NC, Hughes F J, Jin L, Kantarci A, Lalla E, Madianos PN, Matthews D, McGuire MK, Mills MP, ... Yamazaki K. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018; 45(Suppl 20), S219–S229. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12951>
- [8] - Krishna R, & Stefano JA De. Ultrasonic vs . hand instrumentation in periodontal therapy : clinical outcomes. *Periodontology 2000*, 2016; 71(1), 113–127. <https://doi.org/10.1111/prd.12119>
- [9] - Vasconcelos D F P, Pereira da Silva FR, Pinto MSC, Santana Lde AB, Souza IG, Miranda de Souza LK, Oliveira NCM, Ventura CA, Novaes PD, Barbosa AL dos R, Medeiros JVR, Mikolasevic I, Mani A, & Soares de Oliveira J. Decrease of Pericytes is Associated With Liver Disease Caused by Ligature-Induced Periodontitis in Rats. *Journal of Periodontology*, 2017; 88(2), e49–e57. <https://doi.org/10.1902/jop.2016.160392>
- [10] - Dos Santos Carvalho J, Vasconcelos ACG, Alves EH, dos Santos Carvalho A, da Silva FRP, de Carvalho França LF, Neto A de PRN, Di Lenardo D, de Souza LKM, Barbosa AL do R, Medeiros JVR, de Oliveira JS, & Vasconcelos DFP. Steatosis caused by experimental periodontitis is reversible after removal of ligature in rats. *Journal of Periodontal Research*, 2017; 52(5), 883–892. <https://doi.org/10.1111/jre.12459>
- [11] - Nakahara T, Hyogo H, Ono A, Nagaoki Y, Kawaoka T, Miki D, Tsuge M, Hiraga N, Hayes, CN, Hiramatsu A, Imamura M, Kawakami Y, Aikata H, Ochi H, Abe-Chayama H, Furusho H, Shintani T, Kurihara H, Miyauchi M, ... Chayama K. Involvement of Porphyromonas gingivalis in the progression of non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Gastroenterology*, 2018; 53(2), 269–280. <https://doi.org/10.1007/s00535-017-1368-4>.
- [12] - Meester A, Ciobanu L, Taulescu M, Apostu D, Lucaci O, Filip GA, ... Campian R S. *Periodontal disease may induce liver fibrosis in an experimental study on wistar rats*. *Journal of Periodontology* 2019; <https://doi.org/10.1002/jper.18-0585>
- [13] - Yue Y, Liu X, Li Y, Xia B, & Yu W. *The role of TLR4 / MyD88 / NF- κ B pathway in periodontitis- induced liver inflammation of rats* 2020; April, 1–10. <https://doi.org/10.1111/odi.13616>.
- [14] - Iwasaki T, Hirose A ,Azuma T, Ohashi T, Watanabe R ,Obora A , Deguchi F , Kojima T, Isozaki A, Tomofuji T Correlation between ultrasound-diagnosed non-alcoholic fatty liver and periodontal condition in a cross-sectional study in Japan. *Sci. Rep.* 2018; 8 (1) (2018 May 14), p. 7496.
- [15] - Grønkjær LL, Holmstrup P, Schou S, Jepsen P, & Vilstrup H. Severe periodontitis and higher cirrhosis mortality. *United European Gastroenterology Journal*, 2018; 6(1),

- 73–80. <https://doi.org/10.1177/2050640617715846>.
- [16] - Lages E, Costa F, Cortelli S, Cortelli J, Cota L, Cyrino R, Lages E, Nobre-Franco, Brito J, Gomez R. Alcohol Consumption and Periodontitis: Quantification of Periodontal Pathogens and Cytokines. *Journal of Periodontology* 2015; Volume86, Issue9 Pages 1058-1068. <https://doi.org/10.1902/jop.2015.150087>
- [17]-Akinkugbe AA, Slade GD, Barritt AS, Cole SR, & Offenbacher S. Periodontitis and Non-alcoholic Fatty Liver Disease, a population based cohort investigation in the Study of Health in Pomerania. *Journal of Clinical Periodontology* 2017; 44(11), 1077–1087. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12426>
- [18]-Komazaki R, Katagiri S, Takahashi H, Maekawa S, Shiba T, Takeuchi Y, Kitajima Y, Ohtsu A, Udagawa S, Sasaki N, Watanabe K, Sato N, Miyasaka N, Eguchi Y, Anzai K, & Izumi Y. Periodontal pathogenic bacteria, Aggregatibacter actinomycetemcomitans affect non-alcoholic fatty liver disease by altering gut microbiota and glucose metabolism. *Scientific Reports* 2017; 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14260-9>
- [19]-Tamaki N, Takaki A, Tomofuji T, Endo Y, Kasuyama K, Ekuni D, Yasunaka T, Yamamoto, K, & Morita M. Stage of hepatocellular carcinoma is associated with periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology* 2011; 38(11), 1015–1020. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2011.01777.x>
- [20]-Nagao Y, & Tanigawa T. Red complex periodontal pathogens are risk factors for liver cirrhosis. *Biomedical Reports* 2019; 11(5), 199–206. <https://doi.org/10.3892/br.2019.1245>
- [21]-Nakahara T, Hyogo H, Ono A, Nagaoki Y, Kawaoka T, Miki D, Tsuge M, Hiraga N, Hayes CN, Hiramatsu A, Imamura M, Kawakami Y, Aikata H, Ochi H, Abe-Chayama H, Furusho H, Shintani T, Kurihara H, Miyauchi M, ... Chayama K. Involvement of Porphyromonas gingivalis in the progression of non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Gastroenterology* 2018; 53(2), 269–280. <https://doi.org/10.1007/s00535-017-1368-4>
- [22]-Kudo C, Kessoku T, Kamata Y, Hidaka K, Kurihashi T, Iwasaki T, Takashiba S, Kodama T., Tamura T, Nakajima A, & Minabe M. Relationship between non-alcoholic fatty liver disease and periodontal disease : a review and study protocol on the effect of periodontal treatment on non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Translational Science Research* 2016; 2(6), 340–345. <https://doi.org/10.15761/JTS.1000160>

---

## ELECTRON MICROSCOPY EXTRACURRICULAR TRAINING FOR ESSEM/IUEM STUDENTS – A PILOT PROJECT

Ricardo Carregosa<sup>1\*</sup>, Frederico Marx<sup>1\*</sup>, Morgane Tomé<sup>1\*</sup>, Miguel Grunho<sup>1</sup>, Catarina Bernardes<sup>1-2</sup>, Maria João Hilário<sup>1</sup>, António Alves de Matos<sup>2</sup>, Catarina Godinho<sup>1</sup> and Jorge Fonseca<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PaMNEC- Grupo de Patologia Médica, Nutrição e Exercício Clínico do Centro de Investigação Interdisciplinar Egas Moniz, Almada, Portugal.

<sup>2</sup>Cmicos- Centro de Microscopia Eletrónica e Histopatologia do Centro de Investigação Interdisciplinar Egas Moniz, Almada, Portugal.

\* Correspondence: Ricardo Carregosa (RC) [carregosa1978@gmail.com](mailto:carregosa1978@gmail.com); Frederico Marx (FM) [fredmarx1999@gmail.com](mailto:fredmarx1999@gmail.com); Morgane Tomé (MT) [morgane.ac99@gmail.com](mailto:morgane.ac99@gmail.com).

### ABSTRACT

This project aims to present an extracurricular training in Electron Microscopy (EM) within the Medical Pathophysiology, Nutrition and Clinical Exercise (PaMNEC) group activity and Electron Microscopy and Histopathology Center (Cmicos). This project aims: 1. To address international guidelines for the involvement of higher education students in research activities at an early stage of their academic path; 2. To create a team of young researchers with skills in electron microscopy.

### KEYWORDS

Microscopy; Extracurricular training; Research trainee.

---

## **INTRODUCTION**

The Egas Moniz campus is equipped with state-of-the-art Electron Microscopy (EM) and the Electron Microscopy and Histopathology Center (Cmicos) is a National reference in Electron Microscopy. Modern education needs to include the acquisition of research skills by higher education students at an early stage of their academic career. Pursuing these objectives, a group of volunteer students was created to embrace a pilot project for initiation into scientific activities and simultaneously obtaining specific training in EM, to start raising a pool of EM and ultrastructural pathology researchers.

## **GENERAL STRUCTURE OF THE TRAINING PROJECT**

A pilot training project was created bringing together students who expressed an early interest in having more in-depth knowledge in research and EM. The training project included four phases:

Phase 1: Planning.

Phase 2: Creation of a student's group.

Phase 3: Theoretical learning.

Phase 4: Practical training.

Implementation of phases 1 to 3 of the project was planned to take place during the pandemic context, using the online tools recently generalized.

## **DEVELOPMENT OF THE TRAINING PROJECT**

Phase1: Planning. The team leaders of the Medical Pathophysiology, Nutrition and Clinical Exercise (PaMNEC) group of “Centro de Investigação Interdisciplinar Egas Moniz (CiiEM)”, and the head of Cmicos, defined the necessities of EM competent researchers. The Cmicos head, having a unique experience in the field of EM and EM training, created a model for a theoretical and practical teaching adapted to the pandemic era.

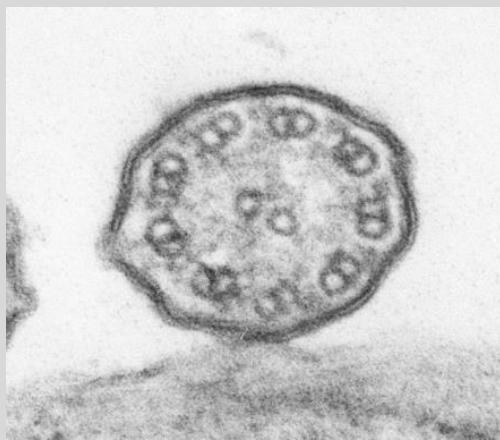
Phase 2: Creation of a student's group. The team leaders of the PaMNEC-CiiEM, two professors of Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM) and Escola Superior de Saúde Egas Moniz (ESSEM) defined the basic criteria for recruiting students. An ad hoc search from the Biomedical Laboratory Sciences Course (ESSEM) and the Master on Pharmaceutical Sciences (IUEM) identified a small group of interested students. The students were individually invited to be part of the pilot project, and seven accepted the challenge.

Phase 3: Theoretical learning. Within the limitations of the pandemic context, the theoretical modules have been successfully delivered and accomplished online (Microsoft Teams). They included a strong theoretical component delivered almost every Saturday from October 2020 to June 2021. Twenty sessions, 3 hours long each session completed a total of 60 hours of theoretical learning, including technical and

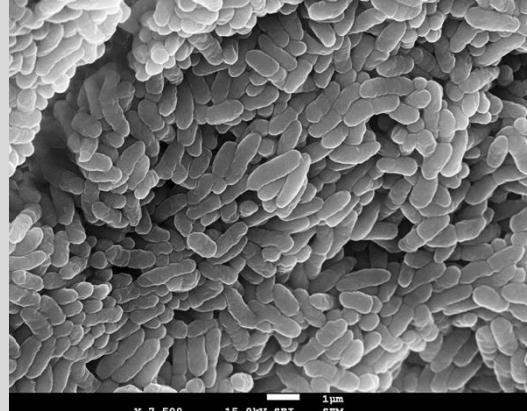
scientific EM image interpretation training sessions. The theoretical preparation covered the following themes [1]:

1. Introduction to EM.
2. Optics, Image formation.
3. Types of samples.
4. Sample preparation.
5. Operational principles of Transmission electron microscopy (TEM) and scanning electron microscope (SEM).
6. Biomedical and biological applications of both TEM and SEM.
7. Interpretation of various cell ultra-structures, biological structures, and pathological variations.
8. Focus on digestive tract epithelial cells, with observation and interpretation.
9. Focus on different blood cells, with observation and interpretation.

These online classes we're always guided by the final goal of a future practice in the EM Laboratory. That focus made them straight to the point classes. In each step from sample preparation to observation and interpretation both methodology and its practical implementation was demonstrated and illustrated with images from the lab's own work (figure 1a, b).



a)



b)

Figure 1. (a) Image of an axoneme's microtubules ultrastructure under TEM; (b) bacterial cells under SEM

Also aiming to elaborate on all the knowledge acquired, the students proceeded to make an oral presentation to summarize the main aspects of the course and in the process compile a summary pocket version to check anytime. There is also a project of turning these presentations into a notebook to be made available to all students for easy access to key points of the course. All the seven students completed the theoretical learning program.

Phase 4: Practical training. The course is now at a new stage that includes practical training in the Electron Microscopy laboratory of Egas Moniz, Cmicos (Figure 1a, b). It anticipates 20 practical training sessions with a duration of 3 hours each, for a total of 60 hours of practical training. Students will acquire the basic practical training to reach sufficient skills be included as active members of EM research teams (Figure 2a, b).



(a)



(b)

Figure 2. Microscopes of Cmicos, Electron Microscopy laboratory of Egas Moniz (a) Scanning Electron Microscope (SEM); (b) Transmission Electron Microscope (TEM).

## **DISCUSSION AND CONCLUSION**

Electron microscopy remains an important area of scientific methodology with critical research applications. Students do not have suitable information and training in this area in their courses. This pilot training project achieved the goal of training health students in the early years of their courses on EM in an extracurricular project, and it will soon achieve the second goal: creating a pool of young EM researchers able to use EM methods. Also, this pilot project demonstrated the feasibility of this model: a theoretical/online followed by a practical/hands on training on Electron Microscopy. This training allowed students to achieve the necessary skills to integrate research teams either in their academic career or at a professional level in the future. Cmicos will follow the future evolution of the students of this pilot project to develop a suitable Electron Microscopy Course for students and laboratory professionals with the aim of spreading much needed information on this important methodology for scientific research.

## **REFERENCES**

1. Bozzola, J. J., & Russell, L. D. (1999). Electron Microscopy Principles and Techniques for Biologists Second Edition. [www.jbpub.com](http://www.jbpub.com)
2. Griffiths, G., & Q1, •. (n.d.). The Use of Electron Microscopy in Cell Biology.
3. Kuo, J. (n.d.). Electron Microscopy Methods and Protocols SECOND EDITION. In METHODS IN MOLECULAR BIOLOGY TM (Vol. 369).

---

## THE IMPORTANCE OF ANATOMICAL PIECES' PRESERVATION – ON THE PURPOSE OF A SPECIMEN WITH A CHONDROEPITROCHLEARIS MUSCLE

Márcio Ramos MD<sup>1</sup>, [marcio.a.ramos@campus.ul.pt](mailto:marcio.a.ramos@campus.ul.pt), ORCiD: [orcid.org/0000-0003-2075-6625](https://orcid.org/0000-0003-2075-6625)

Mariana M. Borges<sup>1</sup>,

Maria H. Viegas<sup>1</sup>, ORCiD: [orcid.org/0000-0002-2313-3688](https://orcid.org/0000-0002-2313-3688)

Ivo Furtado MD, PhD<sup>2</sup>, ORCiD: [orcid.org/0000-0003-4473-4076](https://orcid.org/0000-0003-4473-4076)

António G. Ferreira MD, PhD<sup>1</sup>, ORCiD: [orcid.org/0000-0002-1933-0304](https://orcid.org/0000-0002-1933-0304)

Pedro Oliveira DDS, MD, PhD<sup>1</sup>, ORCiD: [orcid.org/0000-0002-4989-2113](https://orcid.org/0000-0002-4989-2113)

Corresponding author: Márcio Ramos MD<sup>1</sup>, [marcio.a.ramos@campus.ul.pt](mailto:marcio.a.ramos@campus.ul.pt)

<sup>1</sup>Institute of Anatomy of the Faculty of Medicine, University of Lisbon, 1649-029 Lisbon, Portugal

<sup>2</sup>Anatomy Department, University of Madeira, 9020-105 Funchal, Portugal

<sup>3</sup>Morphology Department, Egas Moniz Higher Institute of Health Sciences, 2829-511 Caparica, Portugal

### ABSTRACT

**Background:** As medical schools rebuild their anatomy curricula around new digital tools and abandon anatomical dissections, concerns about medical students becoming less exposed to anatomical variants and their clinical significance arise. **Aim:** After finding a preserved anatomical specimen containing the variant chondroepitrochlearis muscle at the anatomical museum of the Faculty of Medicine of the University of Lisbon, the authors set out to access medical students' awareness of anatomical variants and the importance of studying conserved anatomical pieces in an age where digital tools are ubiquitous. **Materials & Methods:** The preserved anatomical specimen was cleaned and restored. Existing anatomical structures were tagged, and a teacher plus two students were asked to label them. A third student compared the final labels and conducted a focus group meeting with the other two, in order to perform a brief qualitative study on the relevance of preserved anatomical specimens in the classroom. **Results:** Both students and the teacher were able to identify the chondroepitrochlearis muscle, despite it being a variant structure. The students provided overwhelmingly positive feedback on the importance of using preserved anatomical specimens to teach anatomy. **Conclusions:** Preservation of anatomical pieces and their use in the anatomy classroom is still relevant, and is well received by students, apropos of studying anatomical variations.

### KEYWORDS

Anatomy; academic success; medical education; tissue fixation; anatomic variation.

---

## INTRODUCTION

Amidst the current digital revolution, further fueled by the COVID-19 pandemic, medical schools have been remodeling their anatomy curricula, abandoning anatomical dissection and the study of anatomical specimens in favor of multimedia and simulation tools, owing to uncertainty over their efficacy, ethical issues, cost-effectiveness, and safety concerns [1–9]. However, multiple authors advocate for the classical methods for teaching anatomy, with research reports that support their value and usefulness [7,10–12]. By grounding their anatomy education on atlases and digital means alone, concerns about medical students not being as exposed to anatomical variations – which are common and to be expected – and be aware of their clinical significance arise.

One such variation is the chondroepitrochlearis muscle, a specimen of which was found at the anatomical museum of the Faculty of Medicine of the University of Lisbon. The earliest reference found in the literature regarding this muscle dates back to 1866 [13], and it was described by Bergmann [14] as an accessory muscle that originates at the level of one or more ribs and traverses the axillary region, to insert into the medial intermuscular septum or medial epicondyle of the humerus, crossing the neurovascular structures of the arm superficially to them. Yet, in other studies, it was found that it could also originate in the pectoralis major, in the fifth and sixth costal cartilages or in the aponeurosis of the external oblique, and that the distal insertion is also variable, whether in the medial epicondyle of the humerus, in the brachial fascia, in the medial intermuscular septum or in the medial aspect of the humerus [15]. It can be considered an adductor of the arm [16] and is most found unilaterally, although bilateral presentations have also been described. The presence of this muscle is unrelated to sex, and may be associated with other muscle variations, such as a supernumerary head of the biceps brachii, with humeral insertions [17], or the axillary arch (a rare muscle variation that extends from the latissimus dorsi to the brachial fascia) [15], with the latter being the most frequent association. This muscle's innervation reportedly comes from the medial pectoral nerve, and its arterial irrigation from the lateral thoracic artery [16]. This muscle is also described in other primates [18–20].

Clinically, it appears to be associated with trisomy 13 and 18 [16], and has been correlated with limitation of the abduction, extension and flexion of the arm (restricting tasks that involve raising the arm above the head), functional limitation of the pectoralis major, compression of the median and ulnar nerves, vascular obstruction, axillary venous thrombosis, lymphedema, shoulder deformity when associated with the presence of the axillary arch, and brachial pain without any other apparent cause or functional defects [14,15,21]. Conversely, being an accessory muscle with no significant function, it could be used in a viable way for surgical grafts [17].

Besides the chondroepitrochlearis, other relevant muscular anatomical variants in the arm include the accessory subscapularis, the chondrofacialis, the pectoralis quartus, the anconeus epitrochlearis and the accessory brachialis muscles, in addition to the previously mentioned axillary arch [22–27].

Using this chondroepitrochlearis muscle specimen, the authors intend to access the awareness of a group of medical students, who double as anatomy teacher's assistants, to anatomical variants, and to draw conclusions about the importance of preserving anatomical pieces containing variant structures.

## MATERIALS AND METHODS

The main team working on this project consisted of an anatomy teacher and three medical students (A – a 5th year, B – a 2nd year and C – a 6th year), who also double as anatomy teacher's assistants. Students A and C had already taken surgical and clinical classes at their stage in medical school, while student B only had pre-clinical courses.

The specimen containing the chondroepitrochlearis muscle was preserved in an unknown concentration of formalin and enclosed in a glass flask. The teacher removed it from the container, cleaned it, applied 34 numbered tags to relevant structures, including the variant muscle, and returned it to the flask with a fresh solution of 10% formalin. The specimen, amid restoration, is presented in Figure 1. The chondroepitrochlearis muscle is highlighted in Figure 2. Multiple views of the finalized restoration are presented in Figures 3 through 6.

Two of the students (A and B) were then tasked with captioning the anatomical specimen, matching each number on the specimen with a structure name. The teacher performed that same exercise, for comparison. The participants were allowed to take photographs of the specimen and consult any books and online resources they desired, to create the most accurate label they could. The completed captions were gathered and analyzed by the third student (C), who determined the number of concordant terms between them. Students A and B were informed that a variant structure named "chondroepitrochlearis muscle" was present in the specimen.

Finally, the team gathered in a focus group to discuss the captions and perform a brief qualitative assessment on the usefulness of studying a preserved anatomical specimen versus utilizing exclusively other methods, being presented with an anatomical variation, the benefits of anatomical specimens for medical students' curriculum and the clinical utility of being aware of anatomical variations. The discussion was mediated by student C, who allowed a free discussion on each of these topics and took note of the conclusions drawn by the other two students.

## RESULTS

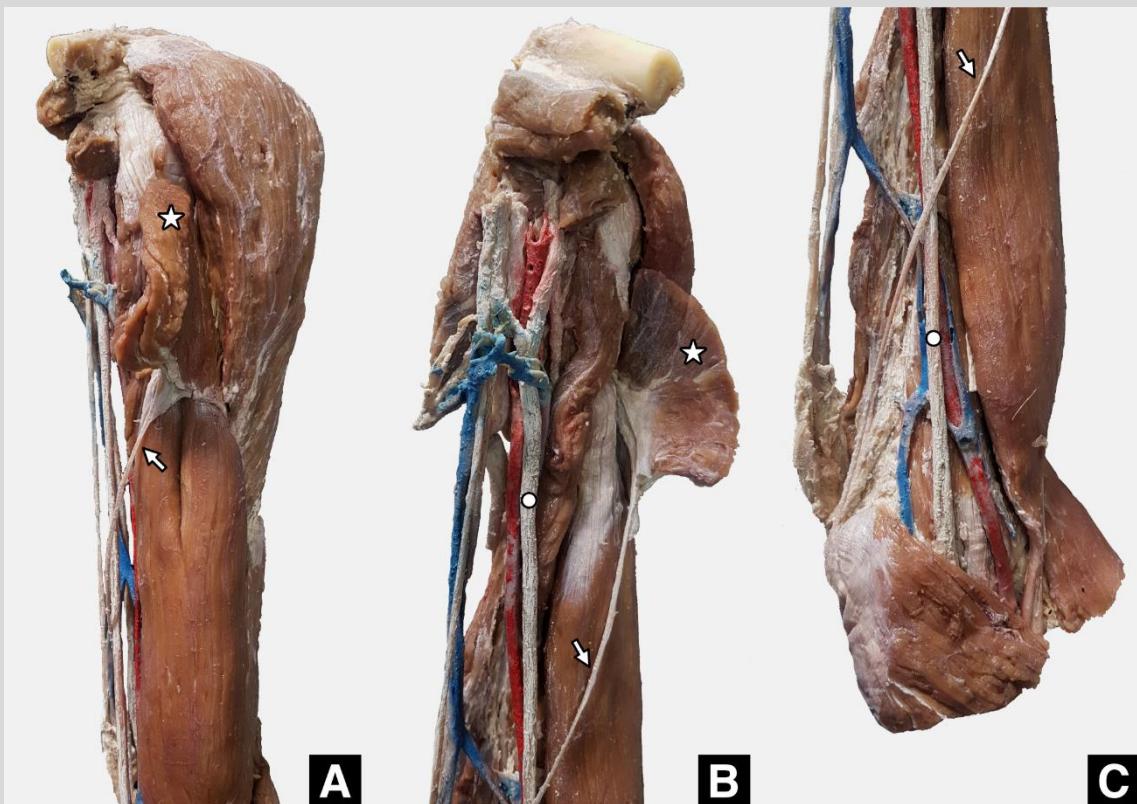


Figure 1. (A) anterior view of the proximal origin of the chondroepitrochlearis muscle; (B) medial view of the chondroepitrochlearis muscle; (C) distal view of the chondroepitrochlearis muscle, after crossing the neurovascular bundle of the arm; arrow – chondroepitrochlearis muscle; star – pectoralis major; circle – median nerve.



Figure 2. (A) full color view of the anteromedial aspect of the preserved specimen; (B) the same view greyed-out, with the chondroepitrochlearis muscle highlighted in color.

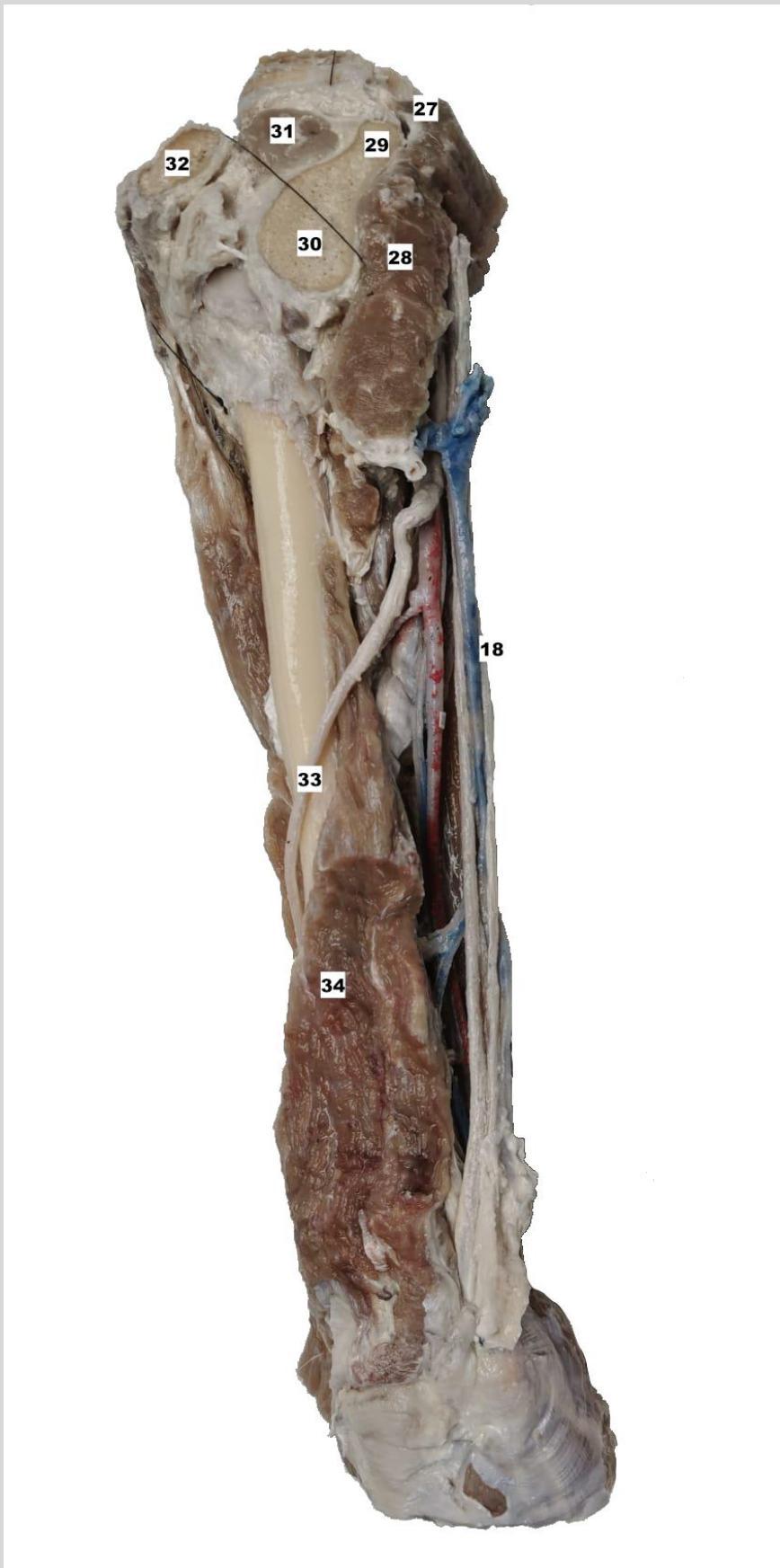


Figure 3. Posterior view of the preserved specimen (inferior side is caudal, left side is medial)

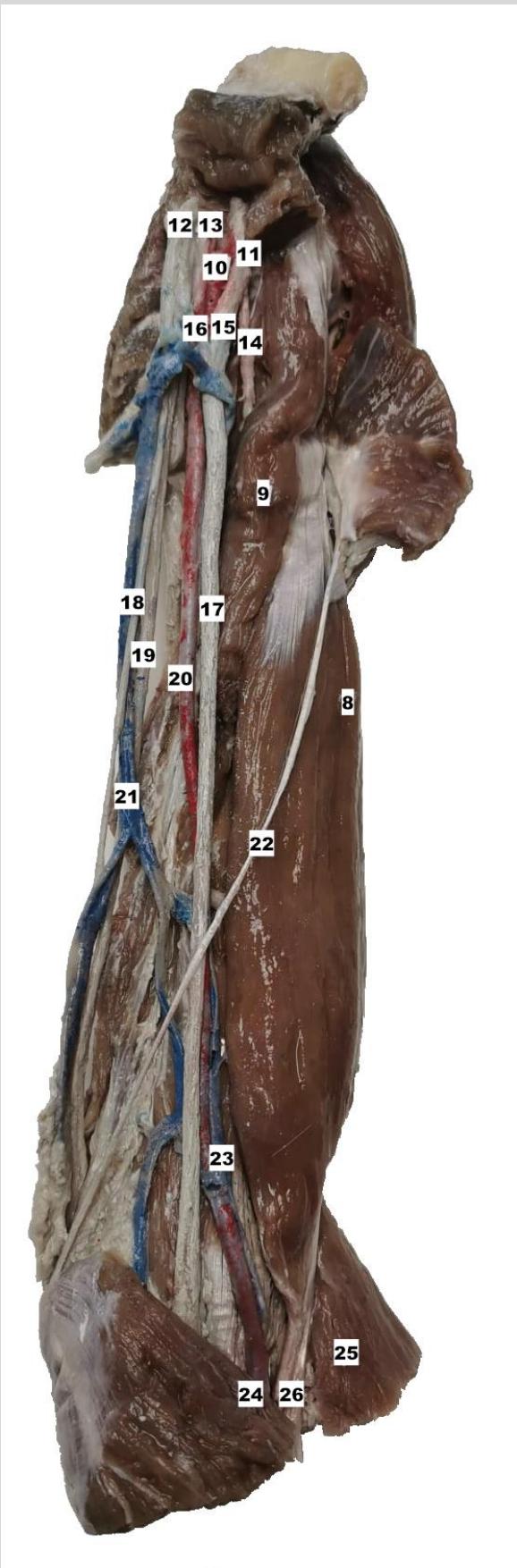


Figure 4. Anteromedial view of the preserved specimen (inferior side is caudal)



Figure 5. Anterolateral view of the preserved specimen (inferior side is caudal)

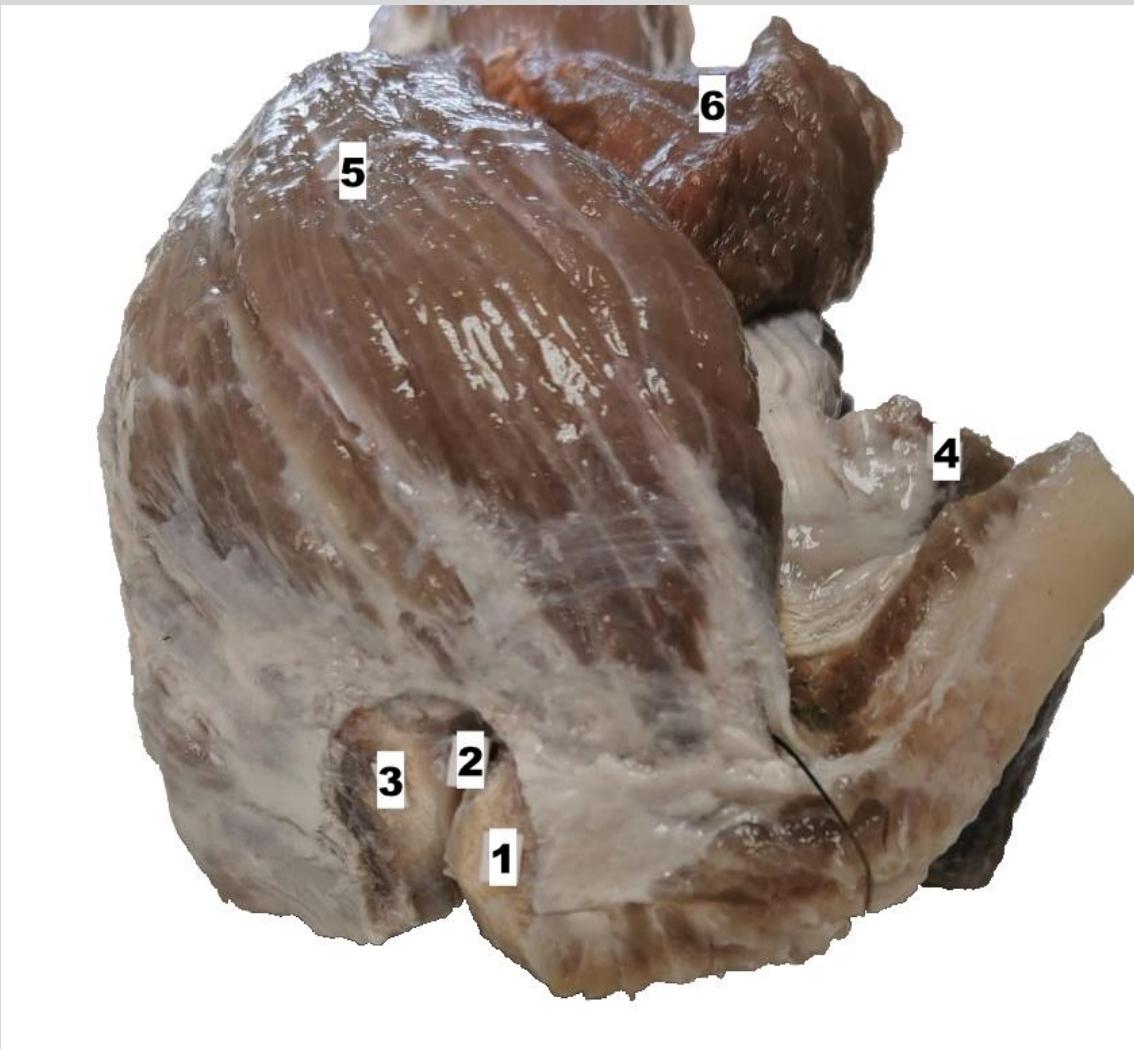


Figure 6. Superior view of the preserved specimen (inferior side is posterior, left side is lateral)

The captions generated by the teacher and the students are presented in Table 1. Student A matched 27 out of the 34 (approximately 79%) labels produced by the teacher, whereas student B matched 22 (approximately 65%). On one of the labels (27), all three participants disagreed on the identity of the anatomical structure. On two of the labels (26 and 34), the students were of the same opinion and didn't agree with the teacher's suggestion.

In the following subsections, extracts of transcripts obtained from the focus group have been selected to illustrate the conclusions that students A and B reached for each topic.

### 3.1. On studying a preserved anatomical specimen versus using other methods for studying anatomy

Student A: "Studying preserved anatomical specimens allows for a better comprehension of anatomical structures and their relations, compared to illustrated atlases which present depictions which are often significantly different from the real human anatomy. The anatomical specimens allow for a better grasp at human anatomy, and are, in my opinion, better for training future surgeons."

Student B: "The study of preserved anatomical pieces, in comparison to more traditional methods for studying anatomy (such as studying by anatomy atlases), brings several benefits, namely a more realistic view of the actual anatomy, as well as allowing a visualization of all three dimensions."

### 3.2. On being presented with an unexpected anatomical variation

Student A: "Being presented with an anatomical variant is interesting and shows us how the human body keeps on fascinating us."

Student B: "To medical students, being confronted with anatomical variants is beneficial, either to raise awareness for their existence and frequency, or to encourage the students' interest for anatomy. However, their study should arise as a complement to the learning of "normal" anatomy, and not as a substitute because, as healthcare professionals, medical students will more often be presented with patients without clinically relevant anatomical variants."

### 3.3. On the clinical utility of being aware of anatomical variations

Student A: "It's paramount, especially for future surgeons, to be aware of any anatomical variants, in order to prevent surgical iatrogenesis."

Student B: "Being aware of the existence and frequency of anatomical variants is of great clinical importance, since these, although not very frequently, may be present in patients. It is imperative to be conscious of them, since they may condition our clinical reasoning by, for instance, explaining a constellation of signs and symptoms that doesn't fit any diagnostic grounded in the so-called "normal" anatomy."

### 3.4. On the benefit of the study of preserved anatomical specimens for medical students' anatomy curricula

Student A: "Anatomical specimens are crucial for medical students to learn how to deal with a real human body and its anatomy, being useful to improve clinical knowledge and surgical skills."

Student B: "The study of preserved anatomical specimens is of much value to medical students' curricula, as it complements the theoretical study of anatomy and brings the students closer to the clinical reality."

## DISCUSSION

The comparison between the labels created by the teacher and students represents the most objectively appreciable result in this study, and all three participants agreed on the identity of most of the tagged anatomical structures, with a matching rate varying between approximately 65 and 79%. There was one instance (label 27) where all parties disagreed on the identification of the anatomical structure, and two instances (labels 26 and 34) where the students agreed with each other, but not with the teacher. This could be due to how the piece was prepared and not allowing a good perspective on the said structures, or due to dubious placement of the tags on the structures.

Nevertheless, the three contributors correctly identified the chondroepitrochlearis muscle, suggesting that this variant muscle isn't easily mistaken as either a constant

anatomical structure or as an artifact of the preservation process. The chondroepitrochlearis was also not misconstrued as one of the other variant muscles that could've been present in the preserved specimen, indicating that it may be a straightforwardly identifiable anatomical variant, at least if the observer is either knowledgeable about the anatomical variants that may be present, or is allowed to conduct their research on the matter.

Regarding the brief qualitative study conducted based on the focus group meeting transcript, both students believe that studying preserved anatomical specimens has significant advantages over other methods, namely: providing better comprehension of anatomical structures' relations, delivering a more realistic view of the tissues and offering a better visualization of three-dimensional anatomy.

While the students found the chondroepitrochlearis muscle fascinating, student B pointed out that medical instruction on anatomical variations should be kept as a complement to that of the most frequent anatomical patterns, arguing that most patients in everyday clinical settings don't present with medically relevant variants. On the other hand, student B acknowledged that anatomical variations could explain unclear symptomatology and should still be included in differential diagnosis, recognizing their clinical value and utility. Student A pointed that knowledge of anatomical variations is of particular importance when performing invasive procedures, as unawareness of these variants could lead to iatrogenesis. These ideas are braced by evidence supporting that anatomical variants may condition clinical procedures or pose diagnostic challenges [28].

While discussing the benefits of studying preserved anatomical specimens, the students agreed that they present apprentices with the 'real' human body and bring them closer to the anatomy they'll be confronted with while working as healthcare professionals. Both believed that the concretization of the theoretical anatomical knowledge presented by the preserved specimens is posed to entice new students and motivate them to learn anatomy. Additionally, student A points that assisting in the preparation of these preserved anatomical specimens may help students hone their surgical skills. Overall, the students provided very positive feedback, advocating for the use of preserved anatomical specimens in anatomy classes, even when multimedia and simulation tools are ubiquitous.

## **STUDY LIMITATIONS**

Despite the overwhelmingly positive feedback the participants of the study gave, the authors acknowledge that the inquired sample was quite small, containing only two individuals. The students enquired were also anatomy teacher's assistants, with an invested interest in Anatomy, and might not represent a more general population of medical students. Consequently, the feedback the authors received regarding the utilization of preserved anatomical specimens for anatomical education may not be representative of the opinion of a larger population.

## **CONCLUSIONS**

The authors set out to infer the importance and usefulness of preserving anatomical pieces after they encountered a conserved specimen containing the variant chondroepitrochlearis muscle.

The variant muscle was promptly recognized by all the individuals participating in the study, suggesting that its identity was evident and clear, and that it didn't pose a troublesome challenge for the students. These students also provided very positive feedback regarding the utility of preserved anatomical specimens in the classroom.

The authors conclude that the use of preserved anatomical specimens to teach anatomy still has a place currently, especially when it comes to addressing anatomical variations.

## TABLES

<b>Label</b>	<b>Teacher</b>	<b>Student A</b>	<b>Student B</b>
1	Clavicle	Clavicle	Clavicle
2	Acromioclavicular joint	Acromioclavicular joint	Trapezius
3	Acromion	Acromion	Deltoid
4	Pectoralis minor	Pectoralis minor	Pectoralis minor
5	Deltoid	Deltoid	Deltoid
6	Pectoralis major	Pectoralis major	Pectoralis major
7	Biceps brachii, long head	Biceps brachii, long head	Biceps brachii, long head
8	Biceps brachii, short head	Biceps brachii, short head	Biceps brachii, short head
9	Coracobrachialis	Triceps brachii, long head	Coracobrachialis
10	Axillary A.	Axillary A.	Axillary A.
11	Brachial plexus, lateral cord	Brachial plexus, lateral cord	Brachial plexus, lateral cord
12	Brachial plexus, medial cord	Brachial plexus, posterior cord	Brachial plexus, medial cord
13	Brachial plexus, posterior cord	Brachial plexus, medial cord	Brachial plexus, posterior cord
14	Musculocutaneous N.	Musculocutaneous N.	Musculocutaneous N.
15	Median N., lateral root	Median N., lateral root	—
16	Median N., medial root	Median N., medial root	—
17	Median N.	Median N.	Median N.
18	Medial antebrachial cutaneous N.	Medial antebrachial cutaneous N.	Ulnar N.
19	Ulnar N.	Ulnar N.	Radial N.
20	Brachial A.	Brachial A.	Brachial A.
21	Basilic V.	Basilic V.	Basilic V.
22	Chondroepitrochlearis muscle tendon	Chondroepitrochlearis muscle tendon	Chondroepitrochlearis muscle tendon
23	Brachial Vv.	Brachial Vv.	Brachial Vv.
24	Pronator teres	Pronator teres	Flexor carpi ulnaris
25	Brachioradialis	Brachioradialis	Brachioradialis
26	Cubital fossa	Radial A.	Radial A.
27	Subclavius	Trapezium	Biceps brachii, short head
28	Subscapularis	Subscapularis	—
29	Coracoid process	Supraspinous fossa	Coracoid process
30	Neck of scapula	Neck of scapula	Neck of scapula
31	Supraspinatus	Supraspinatus	—
32	Spine of scapula	Spine of scapula	Spine of scapula
33	Radial N.	Radial N.	Radial N.
34	Triceps brachii, medial head	Triceps brachii	Triceps brachii
<b>Matching terms</b>	Not applicable	27 out of 34	22 out of 34

**Table 1.** Captions produced by the teacher and both students, compared

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

The authors wish to thank Pedro Henriques, senior technician of Pathology, Cytology and Thanatology at the Institute of Anatomy of the Lisbon Faculty of Medicine, for providing logistic support and assistance.

## **FUNDING STATEMENT**

This work was supported by Gabinete de Apoio à Investigação Científica, Tecnológica e Inovação (GAPIC), grant number 20200014.

## **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

PO, IF and MR contributed to the conception and design of the study. PO was involved in the restoration of the anatomical specimen. PO, MB and MV labeled the structures presented in the specimen. MR compared the labels, organized the database, conducted the focus meeting and wrote the first draft of the manuscript. MB and MV wrote sections of the manuscript. IF, AF and PO contributed to manuscript revision. All authors contributed to manuscript revision, read, and approved the submitted version.

## **CONFLICT OF INTEREST**

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

## **REFERENCES**

1. Bogduk N. Art macabre: Is anatomy necessary [letter]? *ANZ J Surg.* 2001;71(6):782.
2. Bokey L, Chapuis P. Art macabre: Is anatomy necessary [letter]? *ANZ J Surg.* 2001;71(6):781.
3. Fahrer M. Art macabre: Is anatomy necessary [letter]? *ANZ J Surg.* 2001;71(6):783–4.
4. Gartner LP. Anatomical Sciences in the Allopathic Medical School Curriculum in the United States Between 1967–2001. *Clin Anat.* 2003;16(5):434–9.
5. McLachlan JC, Bligh J, Bradley P, Searle J. Teaching anatomy without cadavers. *Med Educ.* 2004;38(4):418–24.
6. McLachlan JC, Patten D. Anatomy teaching: ghosts of the past, present and future. *Med Educ.* 2006;40(3):243–53.
7. Ramsey-Stewart G, Burgess AW, Hill DA. Back to the future: teaching anatomy by whole-body dissection. *Med J Aust.* 2010;193(11/12):668–71.
8. Reidenberg JS, Laitman JT. The New Face of Gross Anatomy. *Anat Rec.* 2002;269(2):81–8.

9. Taylor TKF. Art macabre: Is anatomy necessary [letter]? *ANZ J Surg.* 2001;71(6):780–1.
10. Memon I. Cadaver Dissection Is Obsolete in Medical Training! A Misinterpreted Notion. *Med Princ Pr.* 2018;27(3):201–10.
11. Older J. Anatomy: A must for teaching the next generation. *Surgeon.* 2004;2(2):79–90.
12. Saltarelli AJ, Roseth CJ, Saltarelli WA. Human Cadavers Vs. Multimedia Simulation: A Study of Student Learning in Anatomy. *Anat Sci Educ.* 2014;7(5):331–9.
13. Macalister A. On Muscular Anomalies in Human Anatomy, and Their Bearing upon Homotypical Myology. *Proc R Ir Acad.* 1866; 10:121–64.
14. Padavinangadi A, Kumar N, Rao MKG, Nayak SB. Unilateral Existence of Chondroepitrochlearis: Its Embryological Perspectives and Clinical Implications. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(7):AD01–2.
15. Loukas M, Louis Jr RG, Kwiatkowska M. Chondroepitrochlearis muscle, a case report and a suggested revision of the current nomenclature. *Surg Radiol Anat.* 2005;27(4):354–6.
16. Samuel VP, Vollala VR. Unusual pectoralis major muscle: The chondroepitrochlearis. *Anat Sci Int.* 2008;83(4):277–9.
17. Carroll MA, Lebron EM, Jensen TE, Cooperman TJ. Chondroepitrochlearis and a supernumerary head of the biceps brachii. *Anat Sci Int.* 2019;94(4):330–4.
18. Diogo R, Pastor JF, Ferrero EM, Barbosa M, Arias-Martorell J, Potau JM, et al. Pectoral and Upper Limb Musculature. In: Group T& F, editor. *Photographic and Descriptive Musculoskeletal Atlas of Orangutans – With notes on the attachments, variations, innervation, synonymy and weight of the muscles.* 1st ed. Boca Raton: CRC Press; 2013. p. 27–51.
19. Diogo R, Pastor JF, Ferrero EM, Barbosa M, Burrows AM, Wood BA, et al. Pectoral and Upper Limb Musculature. In: Group T& F, editor. *Photographic and Descriptive Musculoskeletal Atlas of Chimpanzees – With notes on the attachments, variations, innervation, synonymy and weight of the muscles.* 1st ed. Boca Raton: CRC Press; 2013. p. 31–62.
20. Diogo R, Shearer B, Potau JM, Pastor JF, de Paz FJ, Arias-Martorell J, et al. Upper Limb Musculature and Brachial Plexus. In: *Photographic and Descriptive Musculoskeletal Atlas of Bonobos – With notes on the weight, attachments, variations, and innervation of the muscles and comparisons with common chimpanzees and humans.* 1st ed. Cham: Springer International Publishing; 2013. p. 49–145.
21. Spinner RJ, Carmichael SW, Spinner M. Infraclavicular ulnar nerve entrapment due to a chondroepitrochlearis muscle. *J Hand Surg Br.* 1991;16(3):315–7.
22. Del Sol M, Olave E. Elevator Muscle of the Tendon of Latissimus Dorsi Muscle. *Clin Anat.* 2005;18(2):112–4.
23. Namdari S, Voleti P, Baldwin K, GLaser D, Huffman GR. Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Irreparable Rotator Cuff Tear: A Systematic Review. *J Bone Jt Surg Am.* 2012;94(10):891–8.
24. Song H, Kim J, Yoon S-P. Coexistence of a pectoralis quartus muscle, a supernumerary head of biceps brachii muscle and an accessory head of flexor digitorum profundus muscle. *Folia Morphol Warsz.* 2019;78(1):204–7.

25. Sookur PA, Naraghi AM, Bleakney RR, Jalan R, Chan O, White LM. Accessory Muscles: Anatomy, Symptoms, and Radiologic Evaluation. *Radiographics*. 2008;28(2):481–99.
26. Verhaegen F, Deber P, Moyaert M. The Accessory muscles of the Axilla. *Acta Orthop Belg*. 2016;82(1):397–404.
27. Zielinska N, Olewnik \Lukasz, Karauda P, Tubbs RS, Polgaj M. A very rare case of an accessory subscapularis muscle and its potential clinical significance. *Surg Radiol Anat*. 2020.
28. Georgiev GP. Significance of anatomical variations for clinical practice. *Int J Anat Var*. 2017;10(3):43–4.