



レポート

3D 技術で
解剖学と生理学の
最難解トピックスを
を概念化

目次

- 1 | 序論
- 2 | 課題
- 3 | 解剖生理学における視覚化の課題
- 6 | **最も難解な解剖学の概念**
 - 7 | 脳
 - 8 | 神経
 - 9 | 組織構造
 - 10 | 解決策：3D モデリングを活用し、解剖学を映像化する
- 11 | **最も難解な生理学の概念**
 - 12 | 神経路
 - 13 | 細胞呼吸
 - 14 | 腎機能
 - 15 | 解決策：3D シミュレーションを活用し、生理学の理解を深める
- 16 | **Anatmage Table で生命を視覚化する**
- 21 | 結論
- 22 | 補足
- 24 | 参考資料



序論

解剖学と生理学は、間違いなく、学生が解剖学的構造や生命維持機能についての理解を深めるのに役立ち、また、多くの医学分野にとっても必要不可欠な知識を提供する。医学学修における最も重要な要素の1つが献体解剖であり、医学教育者や指導者は、献体、標本、解剖模型などの解剖資料が、無駄なく、正確であることに特別な注意を払っている。

20世紀初頭には、ヒトのライフサイエンス分野において、発見と教育のための主なツールとして、献体解剖がよく行われていた。得られる実検体数は限られているため、学生や指導者が、不可逆的なミスに対するプレッシャーなく人体を操作して、解剖機能のシミュレーションができるデジタル献体が開発された。

最近では、献体や人体サンプルの不足など、新たな問題が生じており、ライフサイエンスの教材が入手しにくいという声があがっている。このような声もまた、学生が人体について正しく視覚化し、互いに交流しながら勉強できるような技術の探究を後押ししてきた。

“

私は、本からではなく解剖により、哲学者の教義からではなく自然の基本構造から、解剖学を学び、教える事を専門にしている。

— William Harvey

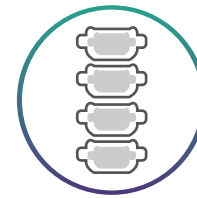
課題

パンデミック下で、献体の不足が目立つようになってきた。
[BMC Medical Education](#)¹, が発表した調査によると、78.4%の科目担当教員が、COVID-19は学生の学修にネガティブな影響をもたらしたと報告している。具体的には、44.4%が解剖不足が影響しているとし、62.4%がインタラクティブな経験の不足が原因であると考えている。

解剖と、双方向的な授業が足りなかったために、学生達はヒトの解剖構造とその機能を正確に視覚化することができず、学生達の学修にも学修態度にも悪影響を及ぼしている。

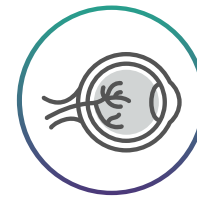


視覚化できないと、学生達は・・・



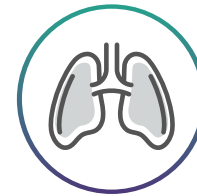
身体構造や機能を正確に理解できない

デジタル献体、3D解剖模型やインタラクティブ・シミュレーターにより、学生は、実献体ではできなかった入り組んだ解剖構造と機能的反応を映像として確認することができる。



意欲の低下

視覚学修は、テーマに対する知的で前向きな情緒反応を引き起こすので、学生は知識を定着させやすくなる。



実践的な学修体験の機会損失

解剖にかかわる学生は解剖学的なバリエーションや機能を学ぶという実体験を得ることで、生理学への理解を深めることができる。

損傷や腐敗の進行は避けられないため、献体解剖では、学生は活性状態の解剖構造を視覚的に確認できない。

ホルムアルデヒドに曝されることで、目の痛み、せき、肌が焼け付くような感覚など、学生達にも有害な影響が生じる。長期的な被曝により、呼吸困難や最悪の場合には死を引き起こす可能性もある。

献体解剖のように、静的な解剖図やプラスチック模型では機能的反応をシミュレーションすることができない。機能的解剖学は、多くの臨床分野(例：スポーツ医学、理学療法、運動学等)の土台であり、学生にとって、どのように解剖学的構造が相互作用しているのかを視覚的に理解することは非常に重要である。

解剖学の従来 of 学修法では視覚化が困難な場合もあるため、学生が肉眼的解剖学と機能的解剖学両方の概念を視覚化できるソリューションが求められている。こういった課題についてより深く理解するために、私たちは医学教育者達に、学生が視覚化しづらい解剖生理学の概念を3つ挙げてもらった。

データを分析した後、私たちは3D シミュレーションとモデリング技術を活用した解決策を考案した。

調査方法

Phase 1

6,000人以上の医学教育者を対象に調査を開始し、学生達が視覚化に苦勞するトピックを、解剖学と生理学でそれぞれ3点挙げた。具体的に、特定の解剖学と生理学の概念について、1位を最も簡単、5位を最も難しい概念として1位から5位まで順位をつけた。

Phase 2

データを解析するため、各区分から100個以上の返答をランダムに選んだ。

Phase 3

難しい概念を学生が理解しやすくなるような解決策を考案した。

Phase 4

医学教育における学術的課題を解決するのに適した技術を、教育者達に採用してもらえるよう働きかけ案内しようと結論づけた。

手順

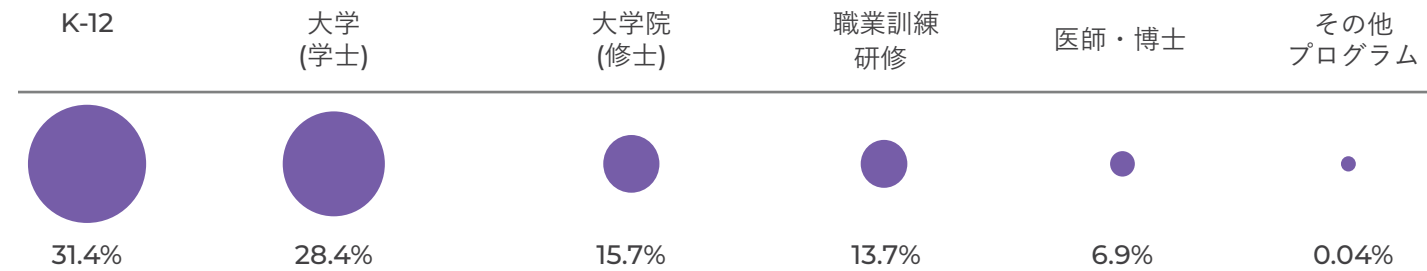
視覚化の問題を紐解くには、医学教育者による見識が不可欠である。この課題について調べるために、Anatomage, Incは米国の6,000人以上の医療従事者を対象としたアウトリーチキャンペーンを開始した。彼らには最も難しい解剖学と生理学の概念を明確にするようお願いした。その目的は関連する学術的な課題をなくすための解決策を開発することであった。

調査対象者

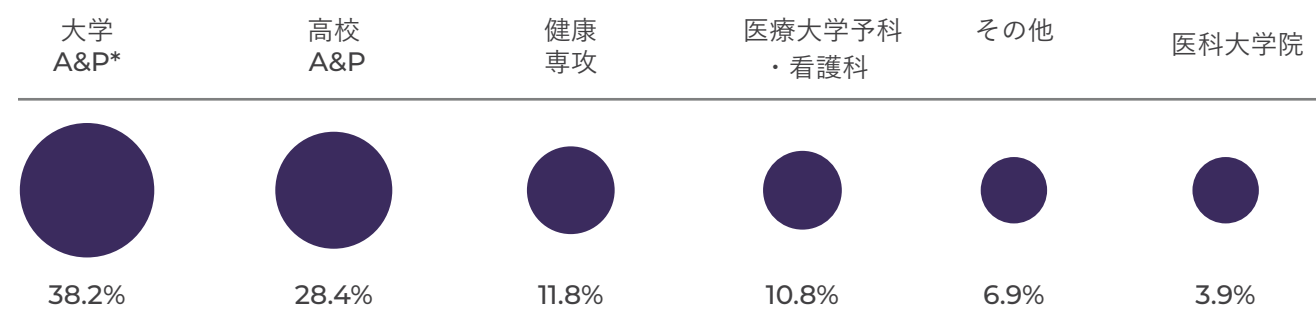
この調査の対象は、医学教育および医療業界の6,000人以上に及ぶ。彼らの職域はK-12（幼稚園から高校までの課程）から大学院課程まで様々である。調査データを多様化させるために、職種も教育課程も様々な、特に業務範囲やコースの重点が異なる様々な教育者・医療従事者から教育的見解を集めた。

多様な聴衆を対象とすることで、調査データの質と信頼性を確保し、それによって、挙げられた課題が、さまざまな医学教育プログラムにわたって根強く存在し、特定の教育課程や専門プログラムに限ったものではないことが明らかになった。

教育段階



コース詳細



* 解剖生理学

調査結果

調査の最終資料によると、視覚化が最も難しい解剖生理学の分野は以下の項目であった。解剖学では、難易度の高い分野として、脳（39.2%）、神経（33.3%）、組織構造（31.4%）が選ばれ、外皮系（4.9%）は最も少なかった。脳は最も複雑な器官とみなされることが多く、また、外皮系は覚えるべき用語や構造の数が少なく²、この結果は予想通りであった。（37用語に対して、神経系の場合は370用語以上）。

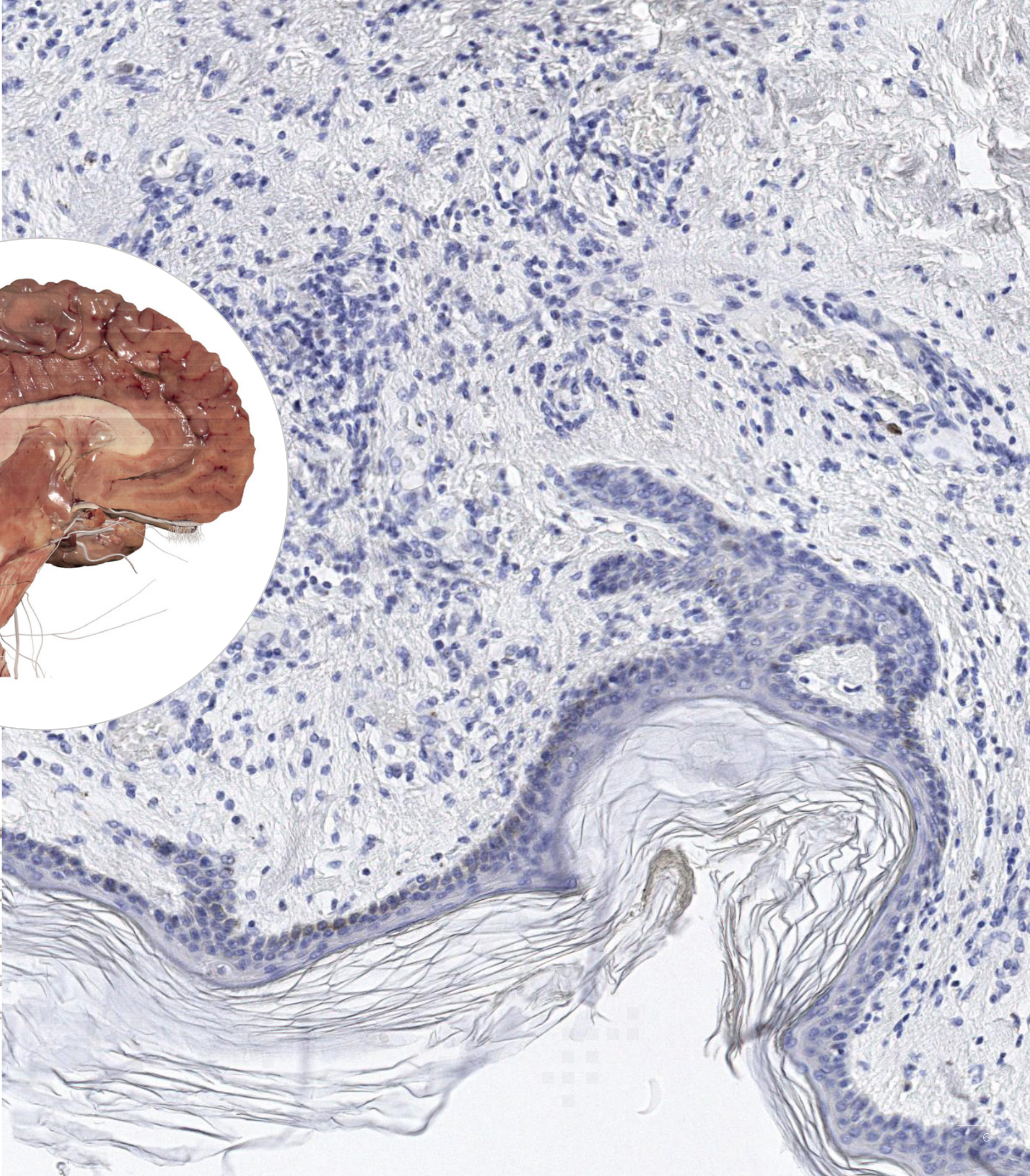
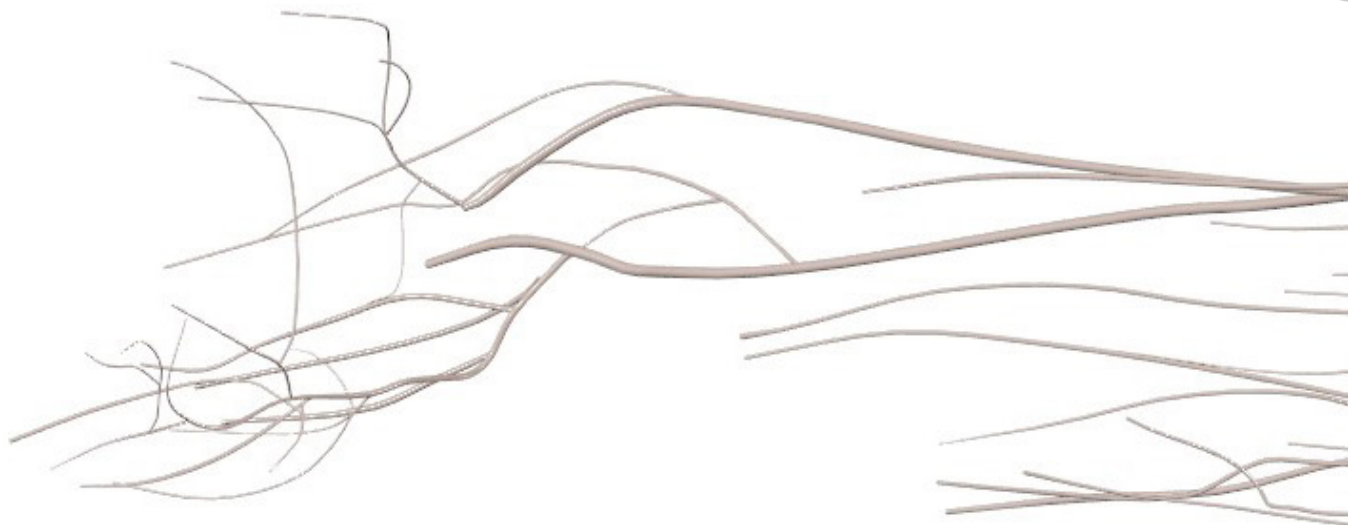
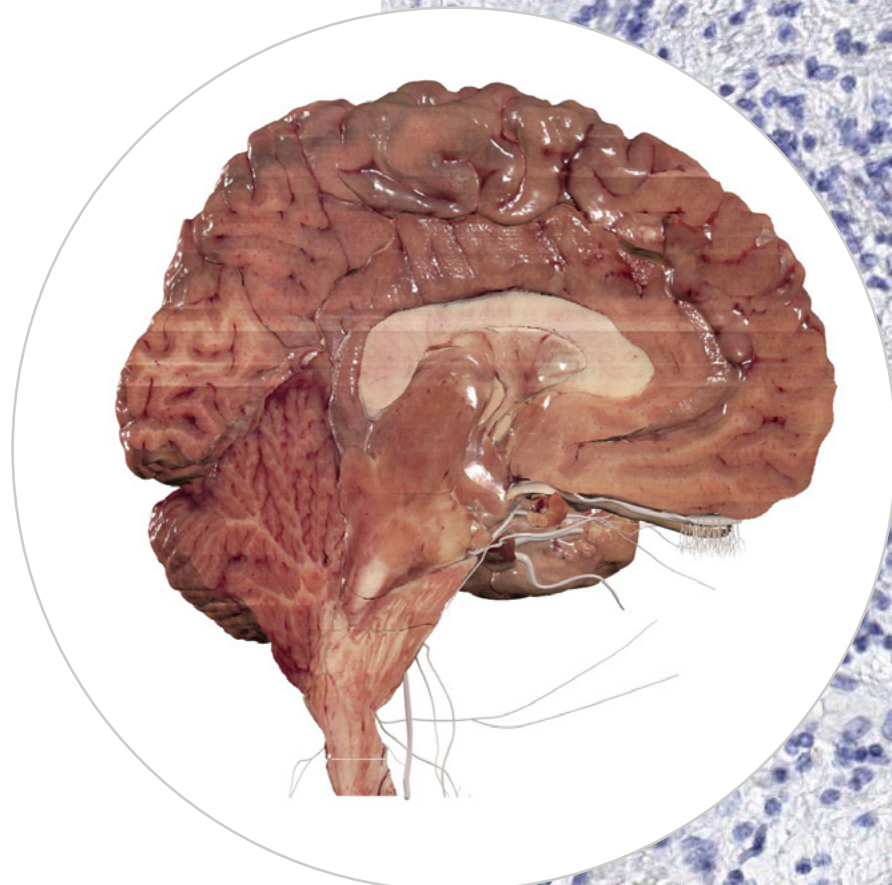
生理学では、回答者の51.0%が神経路を、視覚化するのが最も難しい概念として選び、次いで細胞呼吸（32.4%）、腎機能（30.4%）となった。意外なことに、最も難易度の低い生理学のトピックは運動学（7.8%）であった。これは運動学は300以上の用語を覚える必要があり²、視覚化ツールがなければ、運動学の用語を勉強するのは難しいだろうという我々の推測と矛盾する。

最も難解な解剖学の 概念



暗号を解き明かす：

- ・脳
- ・神経
- ・組織学





1000 億本以上の神経で構成されていて、1 兆種類のコミュニケーションを処理する脳は、間違いなく最も複雑な器官である。

暗号を解き明かす：脳

器官系が複雑であればあるほど、学生は要点を読み、記憶し、復習するためにより多くの時間を必要とする。これにより、39.2%が視覚化するのが最も難しい概念として脳を選んだ説明がつく。このデータは、(脳と脊髄からなる)中枢神経系は学修が困難な器官系のトップ3に入るといふ、HAPS², (the Human Anatomy and Physiology Society, 人体解剖生理学協会)が実施した別の調査による結論を裏付ける。



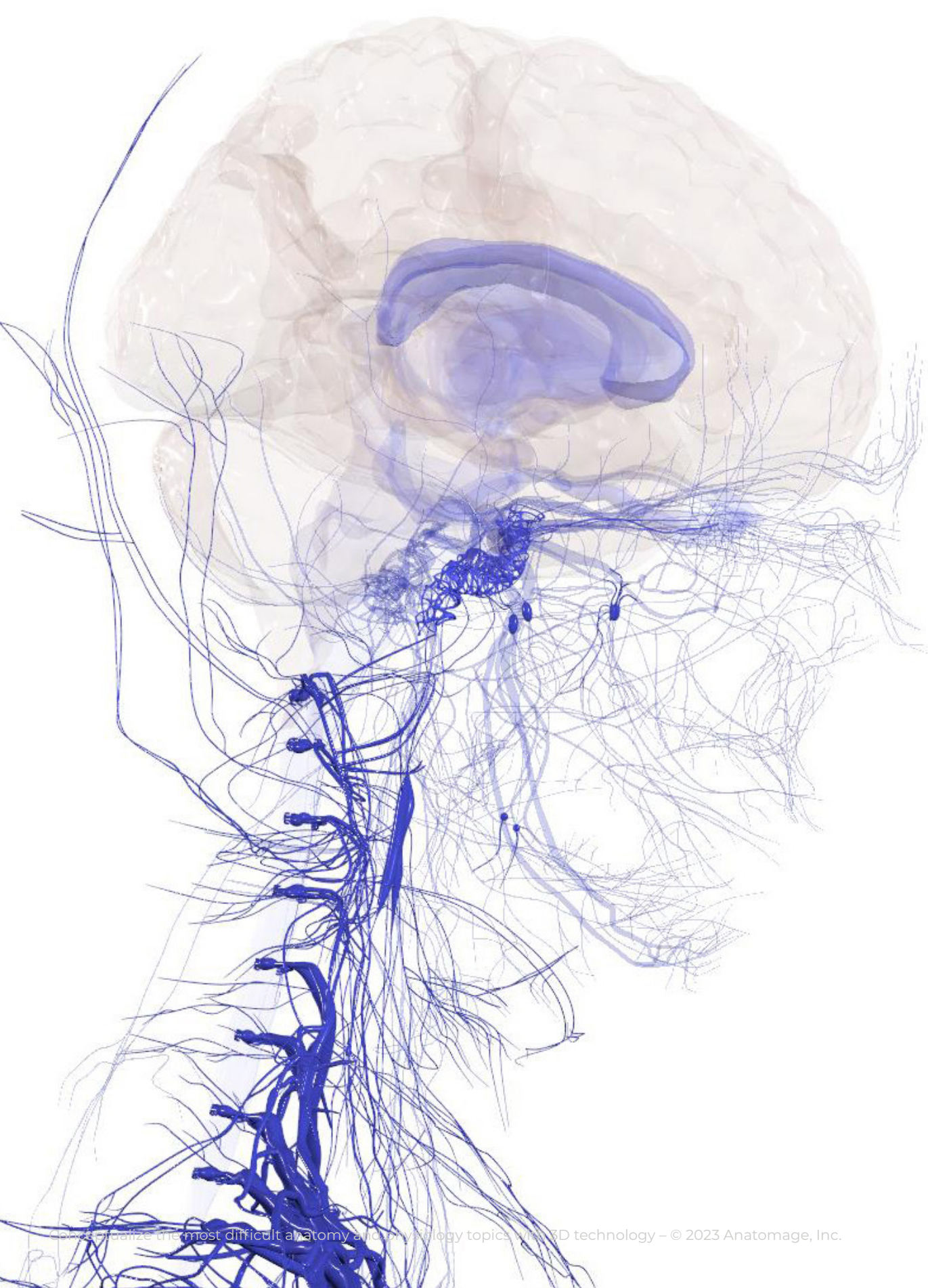
39.2%

最も視覚化が難しい
解剖学的概念は脳である
(出典：Anatmage)



26.8%

最も学修が難しい器官構造は
中枢神経系である
(出典：HAPS)

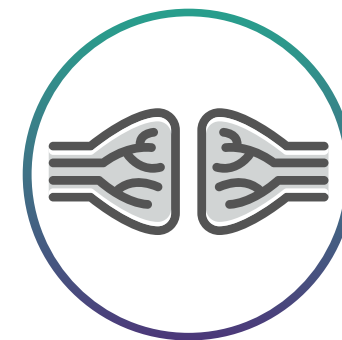


多くの人が人体で最も複雑なシステムであると考えている神経系について学ぶには、さまざまな構造や機能に関する膨大な用語知識が必要となる。

暗号を解き明かす：神経

神経系は、体中の各部位を連携させ、ほぼ全ての内的及び外的活動の処理を促す重要な役割を担っているため、医学生にとっては間違いなく、大変重要な学修項目である。この広範囲に及ぶネットワークと機能もまた、神経系が最も学修しづらい概念である一因である。

また、33.3%の回答者が、最も学修の難しい解剖学的概念として神経を選んだ事は驚くことではないと言われている。我々の社内調査のデータは、神経系全体(中枢神経、末梢神経、自律神経)が最も難しい構造であると77.2%が評価したHAPSの調査結果を裏付けている。



33.3%

視覚化が最も困難な解剖学概念は神経系である

(出典: Anatomage)



33.3%

中枢神経系

30.8%

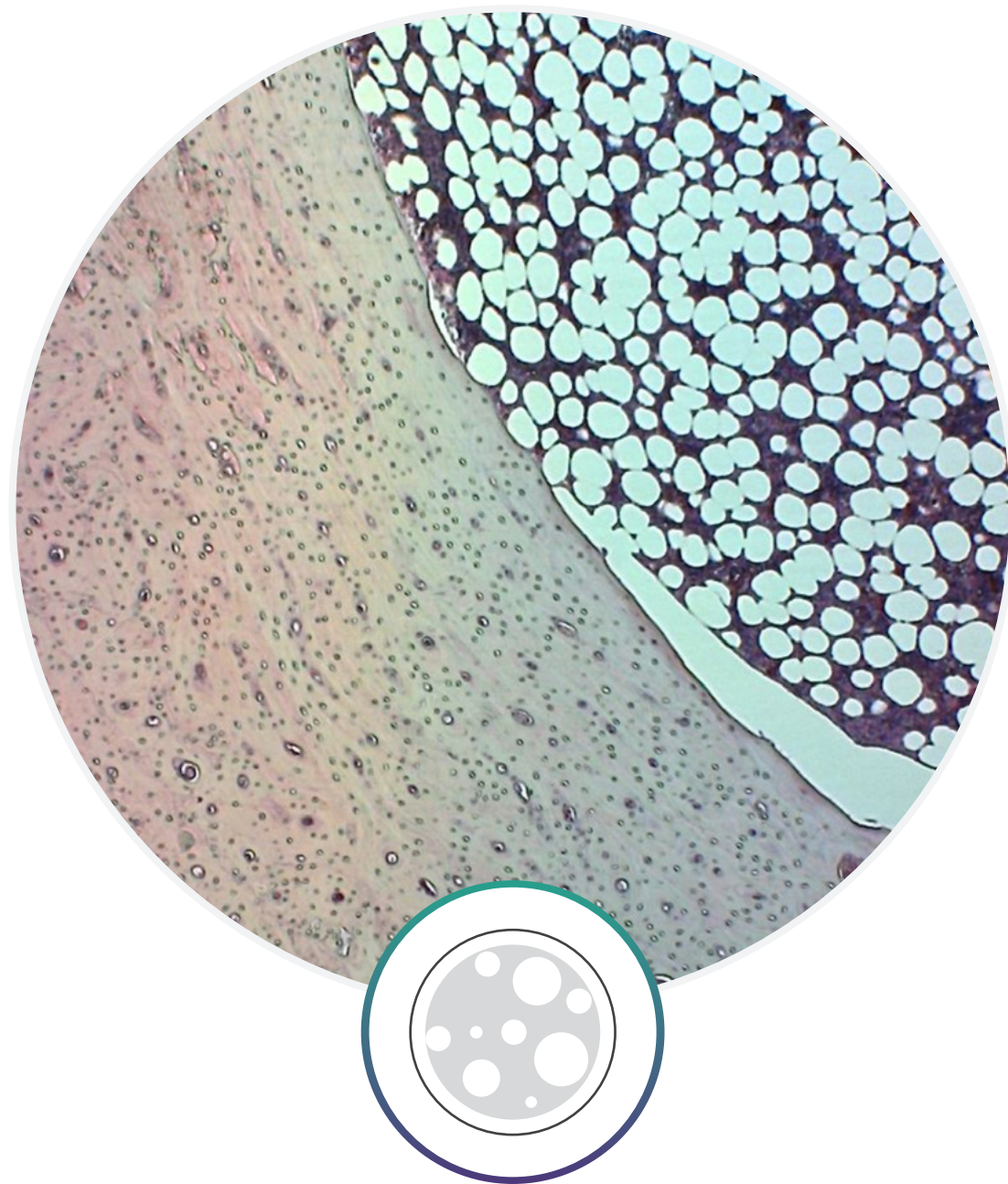
末梢神経系

26.6%

自律神経系

最も学修が難しい器官構造は
中枢神経系・末梢神経系・自律神経系である

(出典: HAPS)



31.4%

最も視覚化の難しい解剖学
概念は組織学である

(出典: Anatomage)

組織学やミクロ解剖学は、端的に言えば、小さな「解剖学的」なものを学ぶということだ。

暗号を解き明かす：組織学

生物組織、細胞、微生物は、組織学の学修対象となることが多い。細胞や組織の構造は、顕微鏡でしか見えないほど小さく、組織学の概念を視覚化することは容易ではない。顕微鏡の購入や維持には高い費用がかかり、さらに組織学のスライドが入手できるかどうかにも左右されるため、多くの教師は組織学を教える際に困難に直面するかもしれない。

Anatomage の調査により、31.4%の医療従事者が、組織学は学生にとって最も視覚化しにくい解剖学の概念であると考えていることがわかる。大学レベルでは、組織学は最も学修が難しいトピックであると報告されている⁶ 特に、組織の違いが、組織学を学ぶ事をより難しくしていると考えられている。この課題を解決するために、顕微鏡の画像をデジタル化したバーチャル顕微鏡を用いた解決策³ が提案され、採用された。その結果、組織学に対する学生の認識は高まり、拡大した。

Army Medical College による調査

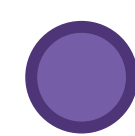
医学生にとって最も学修が困難な解剖学の概念は…

発生学



89%

組織学



62%

神経解剖学



61%

解決策：3D モデリング

難しい解剖学的概念の上位項目を分析した後、我々は、そのような選択の背後に共通する原因は、1) 先に挙げられた器官系の複雑さ、2) 器官系の解剖学的構造の可視性、3) その構造の機能、そして、その構造が他の部位に比べどの程度、臨床的に重要であるかに関連している可能性を認識した。我々は、これらの課題は3Dモデリングを使用することで対処できると考えている。



3D モデリング活用方法： 複雑な解剖学的構造を視覚化する

セグメント化された
3D解剖で、入り組ん
だ構造もわかりやす
い

解剖学的構造を細分化する3Dモデリングにより、器官の深部構造をあらゆる角度から見るができるようになる。従来であれば、学生が視床下部、視床、松果体など、脳の深部構造にアクセスするためには、頭蓋骨の開頭を行う必要があった。今では、3Dプラットフォームでバーチャル脳模型を作成できるため、ユーザーは簡単に、脳深部の構造を細部まで映像として観察することができる。高度な分割技術⁴により、ヒトの神経系全体を3Dモデルで再現し、神経の完全なネットワークを描くことに成功している。

微小構造も見やすい

細胞や組織は肉眼では見えないため、組織学を教えるには、顕微鏡装置や組織スライドを使用する必要があるが、経済的な理由でそれらを使用できない事もある。組織学コンテンツを備えた3Dモデリング・プラットフォームなら、顕微鏡スライドに簡単にアクセスすることができるため、生徒は様々な種類の組織を視覚的に区別できるようになる。

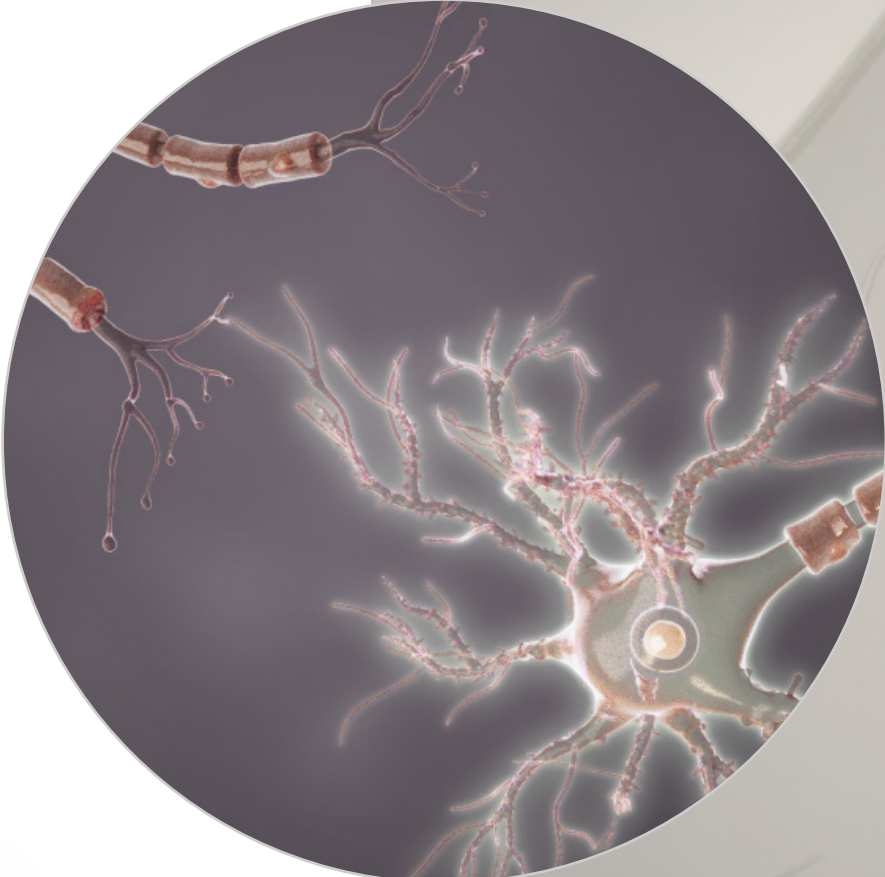
病理学的に解剖学的
背景を加える

構造の複雑さにより、診断や治療が困難になる傾向がある。例えば、脳の手術はしばしば深刻なリスクや手術後の合併症を伴う。多くの病院や医療施設では、腫瘍の位置を視覚化し、手術結果を向上させるために3D解剖学を導入している。2018年、メイヨークリニックは患者の脳幹からライム大の腫瘍の摘出に成功したことを報道陣に明らかにした。他の医療機関では、このような手術は不可能だと考えられていたが、メイヨークリニックはバーチャル解剖台を利用して手術手順をマッピングし、患者の脊髄から腫瘍を効果的に切り離した。

最も難解な生理学の 概念

暗号を解き明かす：

- ・ 神経路
- ・ 細胞呼吸
- ・ 腎機能



神経路は神経解剖学における重要な概念であると同時に、興味深い謎である。

暗号を解き明かす：神経路

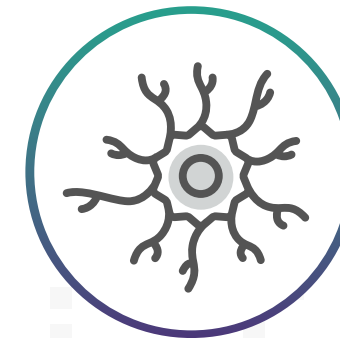
神経路は、神経系内のニューロンを介して情報を交換する橋のような役割をしており 最大2.5京個もの神経結合を作り出すことができる。脳と同様、神経路も行動、習慣、感覚の特定の組み合わせの処理の仕方によって単純なタイプと非常に複雑なタイプに分類される。このように、神経路の機能は非常にわかりづらく、読むだけでは理解できない。

予想通り、Anatomege の顧客調査でも、半数以上（51.0%）の医学教育者が、神経路の視覚化が最も難しいと同意している。神経路の難易度は、脳(39.2%)や神経構造(33.3%)を視覚化する際に直面する課題と相関しているようだ。そのため、これらの結果は、神経路をシミュレーションする技術の不足、生徒の神経系（脳を含む）に対する理解の浅さ、あるいは神経路を教える教育的アプローチの非効率性によるものではないかと我々は推測した。

51%

視覚化が最も
困難な生理学概念
は神経路だ。

(出典: Anatomege)



33.3%

視覚化が最も困難な解剖
学概念のひとつは神経系
だ。

(出典: Anatomege)



解剖学・生理学の基礎コースではあまり強調されてこなかったが、細胞呼吸も、組織学の知識を生物学に応用したい学生にとって重要なトピックである。

暗号を解き明かす：細胞呼吸

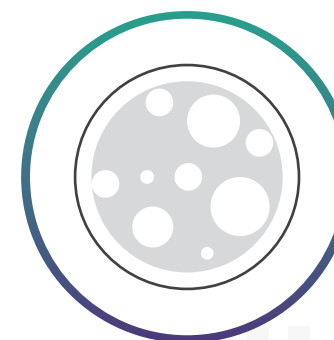
細胞呼吸のプロセスを理解するためには、細胞、生体組織、生化学の基本を理解していることを前提とし、これらの概念をすべて統合しなければならないので、学生は難しいと感じるかもしれない。

我々の調査では、34.3%が、視覚化が最も困難な生理学のトピックは細胞呼吸であると回答している。このデータからも、組織学が、最も難しい解剖学トピックのひとつであるという前述の回答(31.4%)が正しいことがわかる。また、細胞呼吸は細胞と組織学的組織の間の作用に参与しているため、組織学についてうまく視覚化できないことが、学生がそのトピックを学ぶ際に苦勞する一因である可能性がある。

34.3%

最も視覚化の難しい生理学概念
代謝（細胞）呼吸である

(出典: Anatomage)



31.4%

最も視覚化の難しい解剖学的概念
は組織学だ。

(出典: Anatomage)



Anatomege の顧客調査により、30.4%の医療従事者が腎機能が最も難しい生理学の概念であると答えたことが示された。

暗号を解き明かす：腎機能

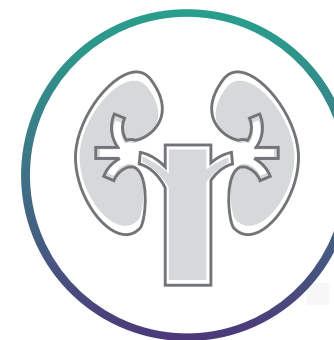
Anatomege の顧客調査の結果は、腎機能がもつ、濾過、再吸収など異なる生理学的段階で生成される様々な物質や作用の調整機能について視覚化しづらいことが影響している可能性がある。学生に、中核となる化学知識が欠如していることも要因かもしれない。

多くの調査を比較すると、泌尿器系は解剖学の概念の中で最も理解しやすいもののひとつと評価される。例えば、HAPS は最も難しい器官系を決定するために調査を実施した際、泌尿器系が最も難易度の低い概念のひとつであることを発見した。HAPS の報告によると、難易度に相関する因子のひとつに、コース学修中に必要な用語数が、腎臓系(39)では、神経系(371)、骨格系(317)、筋系(102)など他の器官系よりも少ないことが挙げられる。Anatomege の社内調査でも、医療従事者達は腎組織を難しい概念だとは考えていなかったことが明らかにされている。

このような相反する結果は、解剖学と生理学の学修における優先順位の違いによって形成された可能性がある。解剖学では専門用語の流暢さを優先されることが多いが、生理学では化学、生物学、数学などの科学分野を網羅する統合的な知識が求められる。こういった優先順位を理解することで学生は解剖学と生理学のどちらのコースも上手く習得できるだろう。

30.4%

最も視覚化が難しい
生理学概念は
(出典: Anatomege)



19.6%

逆に、腎臓は視覚化するのが最も容易な解剖学的概念のひとつであることが明らかになった。
(出典: Anatomege)

解決策：3D シミュレーション

生理学の学修を成功させるには、解剖学、化学、生物学の総合的な知識が必要である。人体のさまざまな機能的メカニズムを概念化する能力は、適切な技術、実践的な活動、学生の学修に刺激を与えるようなリソースを利用できるかどうかによって大きく左右される。

医療関係者が神経路、細胞呼吸、腎機能を最も難しい生理学の概念とした理由は、(1)生理学的・化学的プロセスが複雑であること、(2)学生が解剖学、化学、生物学を復習できていないこと、(3)実践的な臨床経験にシミュレーション技術が十分に活用されていないこと、などが考えられる。

今日のシミュレーション技術は汎用性が高く、機能の反応をシミュレーションすることは困難ではありません。

3D シミュレーション活用方法： 複雑な生理学的概念をよりわかりやすく

3D で生理学的プロセスを擬似再現する

3D シミュレーションで、複雑な生理学的反応が双方向性実験へと変換されることにより、解剖学的組織のさまざまな部位が互いにどのように作用しているのか、学生は簡単に見ることができる。仮想実験室は化学反応を模擬的に再現し、また、学生が人体組織の機能評価テストを実施することも可能になる。

3ライフサイエンスの概念を生理学に。ビジュアルガイドの提供

現在は、人体システムの完全な解剖図を描くことができるため、医学分野の指導者たちは、デジタル献体を使って肉眼解剖学を教えている。厳選されたデジタル献体には、機能的反応を作り出す双方向性のシミュレーション機能が搭載されており、人体がどのように解剖学的構造を統合し生命を維持しているのかについての完全に図解できる。

臨床に適した学修環境が可能に

3D シミュレーションの主な利点は、学生が患者への治療を行うにあたり、臨床シナリオを模擬的に再現できることである。例えば、実際の患者の代わりに、学生や医療従事者はバーチャル患者に対して臨床診断や手術のシミュレーションを行うことができる。これにより、学生は実際の患者への治療経験を積むことができ、医師は医療ミスを減らすことができる。

Anatmage Table で生命を視覚化する

科学のゴールは、私たちが生命をについて発見し、学び、理解することで、守り維持し発展させていくことである



概念を現実へ

生命について理解するためには、人体から提供される情報、つまり、人体の構造、器官系、機能についての情報が必要である。解剖学を学修することで、私たちはこういった内容を学術的に理解できる。

人体には、1つの媒体ではうまく要約しきれない程の膨大な量の情報が存在する。本であれ、献体解剖、バーチャル解剖学や生理学のシミュレーションであれ、多くのアプローチは1つのゴール、すなわち学修内容を現実世界に落とし込むことを目指している。

こうした思いを大切にしながら、Anatmage は、学生が肉眼的解剖学に没頭し、全ての解剖学的構造の背後にある臨床的意義を映像として確認できる3D ビジュアライゼーションとシミュレーションのプラットフォーム - Anatmage Table を開発してきた。Anatmage Table は、体に動きが生じ機能する瞬間から病気を発症する瞬間まで、解剖学的概念を現実に変換するため、学修者は生命を視覚化し、学び、より深く理解できるようになる。

Anatomage Table

ユースケース・シナリオ

3D 解剖学で複雑な臨床概念を
より見やすく

学生が、難しい解剖学概念を視覚化する際に役立つ
Anatomage Table の授業への導入方法

学修

解剖学を映像化する

3D 解剖学とバーチャル解剖により、学生は、脳や神経のような複雑な器官内の深部構造を調べることができる。

シミュレーション・ラボ

シミュレーションツールは、人体機能をインタラクティブに見ることを可能にし、解剖学的システムがどのように協働しているか、視覚的に確認できる。

顕微鏡実験

学生は実物の組織スライドで、さまざまな器官の微小構造を正確に学ぶことができる。

体験

疾病研究

講師は、疾患がどのように解剖学的組織に影響を及ぼすか、実際の解剖学的症例を用いて図解することができる。

バーチャル手術

学生は仮想患者に対し手術を行うことができ、組織の解剖学的位置とそれぞれの空間的関係を細部まで調べることができる。

読影

DICOM 画像を用いて異常のある解剖学的器官を視覚化することで、学生が病気の生理学的影響を判断する際に役立つ。

Anatamage Table ケーススタディ

項目 構造についての理解度⁷

背景：

シドニー高校で行われた調査により、骨格系と筋系の学修におけるAnatamage Tableの影響について評価された。

フレームワーク

シドニー高校の解剖学と生理学のクラスから22人の生徒が2つのグループに分けられた。

対照群
(Tableの使用なし)

実験群
(Tableを使用あり)

対照群は、骨格と筋の同定に平面図や平面画像を利用した。

実験群はAnatamage Tableを使い、献体の構造、病理学的症例、顕微鏡スライド、機能解剖学を3Dで観察した。

結果

Anatamage Tableを利用した実験群のスコアは以下となった：

79.9% | 骨格系筆記試験
(比較群では72.2%)

89.4% | 筋系実技試験
(比較群では80.1%)

Anatamage Table ケーススタディ

項目

脊椎構造の理解度⁸

背景：

ライフ大学が、Anatamage Table、実際の献体、解剖模型のいずれかを使用した授業の学修効果を比較する研究を行った

フレームワーク

この研究の対象者は、筋骨格系解剖学を学ぶカイロプラクティック専攻の1年生で、彼らの3年間の講義と実習の試験成績を評価した。生徒は以下のように3グループに分けられた：

- グループ1 実際の献体で解剖を行い、更に解剖模型と解剖アトラスを使用した。
- グループ2 解剖模型と解剖アトラスを使用した。
- グループ3 模型を使い、Anatamage Table へのアクセスも可能であった。

結果

Anatamage Table へアクセスできたグループ3が、実習試験で他の2グループを上回った。

85.1% | グループ 3

81.4% | グループ 2

76.4% | グループ 1

Anatomage Table ケーススタディ

項目

末梢神経ブロック⁹

背景：

南イリノイ大学エドワーズビル校(SIUE)の麻酔看護プログラムがワークショップを開催し、そこで、2年生の麻酔看護師養成コースの学生(SRNA)に、末梢神経ブロック関連の解剖学を理解するためにAnatomage Tableを活用してもらった。

フレームワーク

ワークショップの最中、SRNAの学生達には、Anatomage Tableを使い目印を同定してもらった。学生達は関連する組織の場所や位置を、Anatomage Tableの技術を使ってうまく視覚化することができ、目印を同定した。

結果

ワークショップの後、29人のSRNAの学生達が調査に参加し、末梢神経ブロックの実施に対する自信が高まり、視覚化を助けるAnatomage Tableに感謝していると答えた。特に、Anatomage Tableによる神経路の視覚化は彼らが正確に神経ブロックを特定しバーチャル患者への注射を練習するのに役立った。



結論



肉眼的解剖学の学修で非常に重要な、3D モデリングとシミュレーションによって、教育者と学生の双方がインタラクティブに解剖学の教材を使用することが可能になります。また、人体構造の深部まで映像化するだけでなく、実際の献体ではできない機能的解剖学に対する視覚的な情報も提供できます。最も重要なことは、3D モデリングとシミュレーションの技術によって、最も複雑な学修コンセプトを現実に落とし込むことで簡素化でき、指導者が実臨床の知見を得られることです。



付録

Anatomage Table の3D ビジュアライゼーションとシミュレーションによる学術的利点

機能

双方向的な解剖学シミュレーション 献体解剖では得られないような難解な機能解剖学の概念を視覚的に捉えることができる

臨床適用

実際の患者のMRI/CT スキャンを双方向的に処理し、生体から病理学的反応を調べる。

3D 解剖

リアルな人体でバーチャル解剖を行い、人体の11の器官系にある2,950以上の解剖学的構造を探る。

影響

正確な理解

解剖学的システムがどのように協働しているのかについて、非常に深く正確な理解をもたらす。

解剖学を網羅する

専門家が認証した、広範な解剖学、病理学のコンテンツで、学生の学修経験を増大させます。

テクニカルリーダーシップ

教育機関がコミュニティ内で技術的リーダーシップを確立し、学生の志願率を引き上げるのに役立ちます。



Anatmage について

Anatmage は全ての人のQOL 向上を目指したデジタル・ヘルスケア・プラットフォームです。医療関係者に適切なメディカルソリューションを提供し、世界中にいる次世代の医療健康の専門家を応援することに専念しております。

3D 映像技術を通して、最も多様で完全正確な人体のデジタル解剖学を提供します。弊社の製品やサービスは教育や製品開発に使用されている他、疾患の診断や治療など、臨床現場でも活用されています。弊社のお客様は、教師や学生その他、名門医科大学や医療システムまで多岐に渡ります。

もっと詳しく知りたい方は
ホームページをご覧ください

anatmage.co.jp

参考文献

1. Shin, M., Prasad, A., Sabo, G. et al. "Anatomy education in US Medical Schools: before, during, and beyond COVID-19." *BMC Med Educ* 22, 103 (2022): <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03177-1>
2. Lieu, Rebekah M., Gutierrez, Andrew, Shaffer, Justin F. et al. "Student Perceived Difficulties in Learning Organ Systems in an Undergraduate Human Anatomy Course." *HAPS EDUCATOR* (2018): <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1227929.pdf>
3. Higazi, Tarig B., "Use of interactive live digital imaging to enhance histology learning in introductory level anatomy and physiology classes." *Anatomical Sciences Education* 4 (2011): <https://www.semanticscholar.org/paper/Use-of-interactive-live-digital-imaging-to-enhance-Higazi/2ae011ba61751c033e571b389909ae7619a166c6>
4. Strantzias, Paschalis & Botou, Anna & Manoli, Arezina & Skandalakis, Panagiotis & Filippou, Dimitrios. "Variation of Marginal Mandibular Nerve in a Caucasian Male Cadaver: A Study Using the Anatomage Table." *Cureus* (2019): https://www.researchgate.net/publication/337306490_Variation_of_Marginal_Mandibular_Nerve_in_a_Caucasian_Male_Cadaver_A_Study_Using_the_Anatomage_Table
5. Dutt, R., Jain, R., Bangera, S. "An integrated simulation-based early clinical exposure module in cardiovascular physiology." *Scientific Scholar on behalf of Indian Journal of Physiology and Pharmacology* (2020): <https://ijpp.com/an-integrated-simulation-based-early-clinical-exposure-module-in-cardiovascular-physiology/>
6. Qamar, Khadija & Bashir, Sumyyia & Khalid, Rabya & Abaid, Mehwish & Khadim, Rehana. "REASONS FOR DIFFICULT TOPICS IN ANATOMY AND THEIR SOLUTIONS AS PER UNDERGRADUATE MEDICAL STUDENTS." *Khyber Medical University Journal* (2022): https://www.researchgate.net/publication/360165676_REASONS_FOR_DIFFICULT_TOPICS_IN_ANATOMY_AND_THEIR_SOLUTIONS_AS_PER_UNDERGRADUATE_MEDICAL_STUDENTS
7. Keegan, Emily. "HOW DOES THE USE OF THE ANATOMAGE TABLE IMPACT STUDENT LEARNING OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY CONCEPTS?" *Montana State University* (2022): <https://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/16498/keegan-how-does-2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
8. Afsharpour, S., Gonsalves, A., Hosek, R., & Partin, E., MED, DC. "Analysis of immediate student outcomes following a change in gross anatomy laboratory teaching methodology*." *Journal of Chiropractic Education* (2018): doi:10.7899/jce-17-7 <https://81c777.a2cdn1.secureserver.net/wp-content/uploads/2018/09/Life-Chiropractic-Exam-Scores-Case.pdf>
9. Dickey, Paige; Gerlach, Melissa; and Zerlan, Mary, "The Effectiveness of Using the Anatomage Table as a Learning Adjunct to Peripheral Nerve Blocks Among Student Registered Nurse Anesthetists" (2022). Doctor of Nursing Practice Projects. 186. <https://spark.siu.edu/dnp/projects/186>