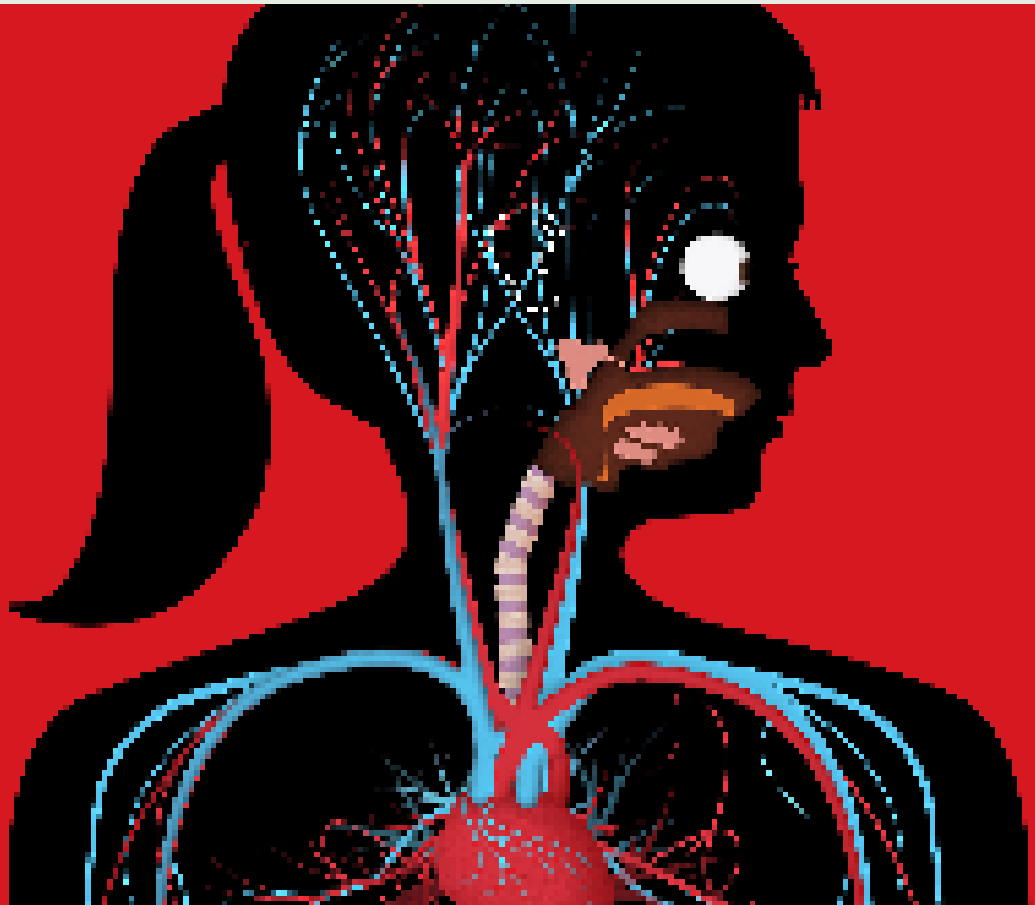
TINYBOP

# 人体ハンドブック



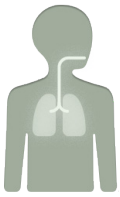
人体ハンドブックでは、私たちが駆使している、不思議で複雑なマシーンに関する概要を扱います。このガイドは、お子様と一緒に7つの人体システムについて学びながら、事実や対話のヒントを提供し、会話のきっかけを作ります。

**神経系**

**消化系**

**筋肉系**

**筋肉系**



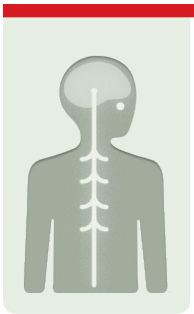
**呼吸系**

**泌尿生殖器系**

**循環系**

**免疫系**

人体ハンドブックのページを開いて、私たちの身体の仕組みを学びましょう。



# 神経系

**はじめに**

笑う、味わう、見る、聞く、嗅ぐ、夢を見る、そして歌うという行為は、どれも神経系のおかげで可能となる、不思議な機能のごく一部です。神経系には、脊髄、神経、ニューロン、そして耳・鼻・目・舌・皮膚の感覚器官が含まれます。これら全ての中心となるのが、脳です。DNAの構造を共同発見した、優れた科学者であるジェームス・D・ワトソンは、脳の事を「我々がこの宇宙で発見した中で、最も複雑なものである」と言いました。

脳は、ニューロンと呼ばれる小さな細胞を使って絶えずシグナル伝達を行っています。ニューロンは、シナプスを通じて他のニューロンへとメッセージを伝達します。これらのメッセージは、頭蓋骨と脊ついと共に、脳と残りの身体部分を繋いでいる脊髄に沿って伝達されます。ニューロンは、時速150マイルを超える早さで脳とのシグナル送受信を行い、筋肉の緊縮、血液の送り出し、呼吸、体温の調整、そして身体のバランスを保つなどの指令を身体に発しています。

私たちの脳はニューロンを通じて、感触、見た目、音、匂い、そして味などに関する、皮膚、目、耳、鼻、舌から得たメッセージを処理しています。こうして、私たちは留め針の鋭さ、ホットチョコレートの熱さ、そして返事の仕方などを把握できるのです。皮膚が何か鋭いものや熱いものに触れると、脳は私たちに向けてそれを回避するようメッセージを送ります。

## 発見

**画面上の蚊をタップすると、蚊が飛び立ちますよ。体が蚊に刺されると、どうなるでしょう?**

痛っ!私たちが蚊に刺された事を認識できるのは、皮膚が接触に反応するからです。皮膚は、感じた刺激に関して絶えず脳にメッセージを送る器官なのです。皮膚は大概の場合、私たちが怪我をする可能性のある行為、即ち熱い物や尖った物に触れる行為から身体を守るために、メッセージを送信しているのです。また、再び刺されるのを避けるために、蚊を潰すよう指令を出したりもします。

**ドラッグで羽を動かして、体をくすぐってみましょう。何が起きるでしょう?**

皮膚は、蚊に刺された事を感じるのと同様に、羽でくすぐられた場合もそれを感じますが、この際も脳にメッセージを送っています。しかし、くすぐられると私たちが笑ってしまう理由は大きな謎であり、これに関しては科学者もまだ完全には把握できていません。笑うという行為はコミュニケーション方法の一つですが、思考や記憶によっても引き起こされます。私たちが笑う度に、脳の沢山の部分が同時に機能しているのです。

**花を鼻の上にドラッグしてしましょう。匂いは、どのようにして脳に伝達されるのでしょうか?**

匂いは、嗅覚受容体と呼ばれる、鼻の中の特殊な細胞が香りを最初に感知して、脳の嗅球へとシグナルを伝達する所から始まります。脳の底部に位置する嗅球は、固有の香りを処理して、それを特定するのです。

**脚をスワイプしてみましょう。神経系は、運動に対してどのように反応するでしょうか?**

運動中、脳は随意筋および循環系・呼吸系と共同で働いています。小脳は、姿勢、バランス、そして平衡を保つ際に随意筋をサポートします。脳幹は、呼吸と血液の循環の維持にも携わっている、循環系・呼吸系内にある不随意筋を統制しています。

定期的な運動は骨、関節、そして筋肉を健康かつ強く保ち、身体と心に多くの恩恵をもたらします。特に、血管の柔軟性と広がりを保つ事で血圧を改善させるため、心臓および循環系には特に良い影響をもたらします。また、運動をする事で、微小な化学物質であるエンドルフィンが脳内に解放されます。こうして、幸せな気持ちになり、機敏になって、また集中力も増えるのです。

**詳しく観察してみましょう。鼻をタップします。鼻の下に異なる物体をドラッグしてみましょう。脳は、匂いに対してどのように反応するでしょうか?**

焼きたてのパンから臭いゴミ箱に至るまで、私たちが嗅ぐ匂いは全て、空中に分子を放出しています。私たちが匂いを嗅ぐ時、鼻の中にある鼻腔がこれらの化学分子を感知します。鼻腔は湿った、粘着性の液体(粘液)と細かい毛細胞(繊毛、耳にも有り)で覆われています。粘液は、塵やばい菌を捕らえて、これらが身体に侵入するのを阻止します。繊毛は微視的な分子を感知して、神経が脳にメッセージを伝えるよう指令を出します。脳は、その匂いの正体を伝えて、これに反応します。

粘膜に付着した不要なばい菌を排除するためにくしゃみをしたり、例えばベーコンを思い浮かべていると口の中によだれが溢れるという事もあるでしょう。脳は、何か美味しいものの匂いを認識すると、口に対して唾液を生成するよう指令を出すため口の中によだれが溢れますが、これは食べ物を食べたり消化したりする行為を見越して行われているのです。また、匂いは甘み、塩気、酸味、苦み、そして辛みなどの異なる味を特定する上で味覚をサポートしているのです。

**詳しく見てみましょう。脳をタップします。スライダーを動かしてみましょう。何が起きるのでしょうか？**

脳は非常に複雑であり、科学者たちは今でもその全貌を明らかにしようと取り組んでいますが、既に判明している事もいくつかあります。例えば、私たちの目にも明らかなものと言えば、脳の皺が挙げられます。大脳皮質と呼ばれる脳の外側表面には、溝と呼ばれるくぼみ、そして回と呼ばれる隆起があり、これらは頭蓋骨に対して大き過ぎない程度に、脳の表面積を増やしているのです。大きな表面積のおかげで、脳内にはより多くのニューロンが通うという利点をもたらしています。例えば、大人はその脳内に約90,000マイル分もの神経通路を有しています。

**脳の異なる部分をタップしてみましょう。各部分でどのような処理が行われるでしょうか？**

ほとんどの思考、言語、動き、そして記憶は、大脳と呼ばれる脳の部分で処理されています。葉と呼ばれる脳の四つの異なる部分は、それぞれ異なるタスクを管理しています。アプリのラベルをオンにすると、それぞれどの部分を担当しているかが分かります。前頭葉は言語能力、思考、学習、感情、そして動きを処理しています。後頭葉は、視覚的イメージを処理しています。頭頂葉は、感触、体温、そして痛みを処理しています。側頭葉は、一部の記憶や視覚と共に、音を処理しています。

## 記憶

記憶は、私たちが経時的に学んだ内容の保持を可能にします。私たちが学習すると、ニューロンが互いに繋がり、これらの繋がりをシナプスと呼びます。より多くの事を学ぶに連れて、ニューロン間のシナプスが増加し、脳内に通路を築きます。私たちが何かを思い出す時は、脳がこれらの通路を再構築して情報を呼び出しているのです。

こう聞くと単純なようですが、私たちの思考や知識は本棚の本のように一箇所に綺麗に整理されている訳ではありません。これらの神経通路は、脳内で様々に絡み合っているのです。脳が絶えず新しい情報を処理していく中、神経通路は変化して、異なる形で繋がっていきます。私たちは、既に知っていたり、理解している事とリンクさせると記憶が向上する傾向があるため、脳は情報を引き出す際にこれら全ての経路を遡るのです。これが理由となって、私たちの記憶は時折変化したかのような印象を受けるのです。現在、あなたがある事柄に対して抱いている考えは、未来のあなたが考えたり、思い出したりするものとは異なるかもしれないのです。

## 音楽

音は脳の側頭葉で処理されており、ここでは記憶と視覚の処理も行われています。音楽を楽しむためには、記憶と学習、そして感情が関わっている事が分かっています。しかし、これがなぜ、どのようにして起きるのかは依然として謎のままです。

## 視覚

映像は、側頭葉の力を多少借りた上で、脳の後頭葉で処理されます。目からのシグナルは後頭葉の視覚皮質で変換され、ここでは形、色、素材、サイズ、距離、深さ、動き、そして場所に関する情報が処理されます。また、目に映る物の上下を正しく反転させます(これに関する詳細は目の項目で扱います)。

**詳しく観察してみましょう。耳をタップします。話すか、楽器を耳の上にドラッグします。音は、どのように伝わりますか？**

列車やバイオリンが音を発する時、音波と呼ばれる振動が放出されます。聞くという行為は、空気中にあるこれらの振動を感知する能力を指しています。音波は、空気中から私たちの耳に達し、耳道を通ります。音波は鼓膜に達すると振動に変化して内耳へと伝達し、次に液体と、繊毛と呼ばれる微小な毛(鼻の場合と同じ)で埋め尽くされたうずまき管に伝わります。繊毛に付着したニューロンが音波を感知して、脳にシグナルを伝達します。こうして、脳は私たちが聞いたものを伝えるのです。

**詳しく観察してみましょう。目をタップしてみましょう。何を、どのように見ているのでしょうか？**

目の中を覗いてみると、自分が上下逆さまになっている事に気付くかもしれません。別に、あなたが逆立ちして頭で立たなくてはいけない、などという事では決してありません。映像は、光として目のレンズを通って網膜に到達し、ここで上下逆さまに表示されるのです。網膜上に存在する光受容体と呼ばれる細胞は、片方の目に1億2,500万個弱存在しており、上下逆さまの映像の光を感知した後、視神経を伝って脳にシグナルを伝達します。後頭葉はシグナルを受信した後、私たちが見た映像の上下を正しく処理するのです。

**目を使って実験してみましょう。カメラを覆い隠して、瞳孔が拡大する様子を見て、目をタップして、目の色を変えてみましょう。何が起きるでしょうか？**

目を覆い隠したり、光を目に当てると、瞳孔の大きさが変化します。瞳孔は、暗闇ではより多くの光が網膜に到達するように拡大し、また明るみではより少ない光を通すために縮小するのです。私たちの目は、光の量によって調整を行うため、日中も夜間も目が見えるのです。不思議なのは、私たちの目がこれら全ての行為を自動的に行っているという事です。

瞬きをすると、まぶたとまつげが微小な塵や埃の目への侵入を防ぎます。また、まぶたは目の潤いを保っており、私たちが瞬きをする度に涙、脂質、そして粘液の層を角膜上に広げているのです。瞬きの回数は、一分あたり平均15~20回となっています。

目の色は様々で、茶、青、緑、くり色から灰色まで多岐にわたります。目の色は、私たちの遺伝子によって決まります。但し、必ずしも私たちは両親と同じ目の色になるという訳ではありません。目の色というのは非常に複雑なもので、未だに科学者たちがその全貌を解明しようとしているのです。

## 話し合いましょう

私たちには、なぜ脳があるのでしょうか？

脳は何で出来ているのでしょうか？

脳には、なぜ皺があるのでしょうか？

脳は、私たちの身体とどのように繋がっているのでしょうか？

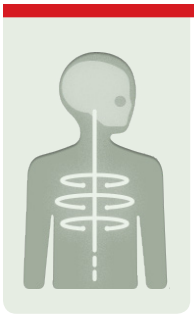
脳は、どのようにして新しい事を学ぶのでしょうか？

私たちは、どのようにして物を感じるのでしょうか？熱さ、冷たさ、痛み、くすぐり等でしょうか？

私たちは、どのようにして物を見ているのでしょうか？

私たちは、どのようにして音を聞いているのでしょうか？

私たちは、どのようにして匂いを嗅いでいるのでしょうか？



# 骨格系

**はじめに**

ガイコツは、墓場(そしてクローゼット)を徘徊する気味悪い生き物として、不当に評価されがちです。しかし、実際のところ、私たちには骨が無ければ直立も、座る事も、動く事すらもできません。私たちの身体に存在する合計206本の骨は、身体の骨組みを提供し、重要な臓器を保護して、走ったり、靴ひもを結んだりと、大小様々な動きをサポートしているのです。私たちの手には非常に小さな骨が存在しており、それらの精密な動作のおかげで、人間の手はこの世で最も有用な道具として機能できるのです。

骨は、重量比で言えばコンクリートよりも強固ではあるものの、完全なる固体という訳ではありません。私たちの骨には、スポンジの様な小さな穴が存在します。また、その内部では常に赤血球が造られていたり、色々な事が起きています。私たちの健康と成長に携わる骨格系の役割は、非常に重要なのです。

## 発見

**骨をドラッグして引き離し、組み立て直してみましょう。骨は、どのように組み合わさりますか？**

骨は、まるでパズルのように、身体における特定の役割を果たすべく組み合わさります。これらの骨は非常に上手く機能するため、206本もの骨が身体にある事に気付かないかもしれません。頭蓋骨を例に取ってみましょう。中が空であるこの球形の骨は、八つの骨で構成されており、脳を保護するケースとして機能しています。そして、肋骨は24本存在します。脇腹をつついてみると、肋骨を感じますね。肋骨は肺、心臓、そしてその他の内蔵を保護する籠の役割を果たしています。

脊ついと呼ばれる24の小さな骨は、互いの上に積み重なって脊柱、言わば背骨を構成しています。脊ついのおかげで、私たちは真っ直ぐ座り、身体をねじり、また腰を支点にして上下に身体を曲げる事ができるのです。脊ついはまた、脳に伝達されるメッセージの主要な連絡路である、脊髄を保護しています。

**詳しく観察してみましょう。手、または、骨盤(こつばん)をタップします。スワイプして骨を動かしてみましょう。関節は、どのように骨の動きをサポートしていますか？**

骨は関節で繋がっているため、様々な方法で動く事が可能です。関節によって動きは異なりますが、以下はその数例です。

肘と膝にはちょうつがい関節が存在し、これによって腕と脚を曲げたり伸ばしたりできるのです。これらの関節は、一歩踏み出す際に毎回使われています。

肩と腰には球関節が存在しており、これによって、腕や脚の更に大きな動作である回転が可能となるのです。球関節は、ボールを投げる際に使われます。

親指には鞍関節が存在しており、これによって横移動および前後移動の動作が可能となるのです。これは、鉛筆を握る際に使われます。

足首と手首では滑走関節が平ら、もしくはややカーブした骨を繋いでおり、これらの前後の滑走を可能にしています。滑走関節は、握手をする際に使われます。

同じく手首に存在する楕円関節は、回転を除く全ての動きを可能にします。楕円関節は、手を拳状に握り込む際に使われます。

アプリでは確認できませんが(二次元では表せないため)、首に存在する車軸関節は頭の回転を可能にします。左を向いたり、右を向いたりする際に使われるのが車軸関節です。

**詳しく観察してみましょう。拡大レンズ、または、骨をタップします。骨は、何で造られていますか？そして、何を形成していますか？**

骨は、外側と内側ではその構成物質が異なります。強固で、ほぼ固体の骨の最も外側部分を緻密骨と言います。緻密骨の中には、海綿骨と呼ばれる小さな穴を伴う柔らかい骨が存在します。血管と神経は、これらの小さな穴の中を縫うようにして通っています。骨の中核にあるのが、骨髄です。骨髄は、組織、脂質、血管と動脈によって構成されており、新しい赤血球は全てここで造られているのです。毎日、骨の内部では約5,000億個の赤血球が造られています(血液に関しては、循環系の項目で詳しく扱います)。また、骨は新しい細胞を追加する事で、私たちの身体の成長に合わせてより大きく、より強くなっていくのです。

## 話し合いましょう

**どうして骨があるのでしょうか？**

**骨は、どのようにして繋がっているのでしょうか？**

**骨の形状はどうして異なるのでしょうか？**

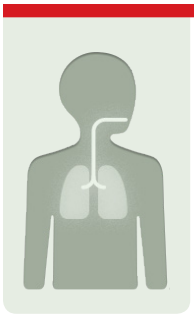
**骨は何で造られているのでしょうか？**

**骨の内部には何があるのでしょうか？**

**骨の役割は何でしょうか？**

**身体が成長するに連れて、骨はどのように変化するのでしょうか？**

**背骨の動きを可能にしているのは何でしょうか？**



# 呼吸系

## はじめに

呼吸は、私たちが生きるにあたって必須の行為です。有り難い事に、私たちはこの行為を意識して行う必要がありません。不随意筋である横隔膜の力を借りて、空気は鼻もしくは口から侵入し、気管を下った後で気管支と、複雑に入り組んだ気道のネットワークを通り、最終的に肺に到達します。私たちは、エネルギー、そして成長に必要となる酸素を吸入して、二酸化炭素を排出するために息を吐き出します。私たちが息を吸って吐いている間、この過程は一日に約20,000回、自動的に行われ続けているのです。

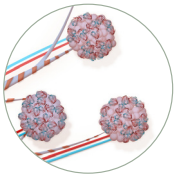
## 発見

**脚をスワイプしてみましょう。運動中、呼吸系では何が起きるのでしょうか？**

走ったり、飛び跳ねたり、ダンスをするためのエネルギーを得るにあたって、身体内の細胞は酸素を使って食事内の糖分やデンプンを燃焼させ、これによって二酸化炭素の形態をとった廃棄物が生み出されます。二酸化炭素の増加を認識した脳は、より早く呼吸する事で、この二酸化炭素を排除するよう指示します。このような酸素と二酸化炭素の交換作用をサポートしているのが、私たちの循環系なのです。

**詳しく観察してみましょう。肺をタップします。スライダーを動かしてみましょう。何が起きるのでしょうか？**

肺は、その下の大きな筋肉である横隔膜の力を借りて、拡張して空気を満たし、引き締める事で空気を放出させます。不随意筋である横隔膜は、空気が肺内に侵入して放出され、私たちが呼吸している間、上下に移動しているのです。



**詳しく観察してみましょう。拡大レンズをタップします。血液と酸素は、どのように肺を出入りするのでしょうか？**

小さな気嚢とでも言うべき微小な気胞は、肺から血液へと酸素を運搬し、二酸化炭素を取り除きます。気胞の壁は網戸の様に非常に薄いため、私たちが空気を吸入する過程で酸素(小さな青い点)は簡単に血液内に伝わり、また空気を吐き出す過程で二酸化炭素(小さな黄色い点)は放出されます。大人の肺には約6億個の肺胞が存在しており、これはテニスコートを二面、十分に覆い尽くす量なのです。

## 話し合いましょう

**私たちは、なぜ呼吸するのでしょうか？**

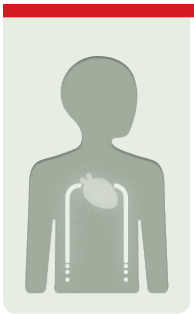
**空気を吸い込むと、空気はどこに伝わるのでしょうか？**

**息を止めると、何が起きるでしょうか？**

**運動をすると、肺がより激しく働くのはなぜでしょうか？**

**気胞とは何でしょうか？気胞は、身体においてどのような役割を果たしているのでしょうか？**

**空気を吐き出す度に、排除される廃棄物は何でしょうか？**



# 循環系

**はじめに**

心臓は、循環系の中心に位置しています。拳サイズである心臓は、血管のネットワークを通じて血液を身体中に送り出し、酸素と栄養素を届けて、老廃物である二酸化炭素を取り除きます。大人の場合、心拍数は一分あたり60~100回程、一日あたり約100,000回、一年あたり3,500万回、そして生涯で約25億回となっています。心臓は止まる事無く働いて、私たちの生命を維持しているのです。

血管には動脈、静脈、そして毛細血管の三種類があります。アプリ内では、赤と青の血管があります。赤い血管は、酸素を豊富に抱えた血液を心臓から離れた場所へと送り出す動脈であり、青い血管は、酸素の不足した血液を心臓に送り返している静脈です。毛細血管は、最も小さな血管です。毛細血管は、周辺組織に対して水分、酸素やその他の栄養素を送り出し、二酸化炭素などの廃棄物を血液に戻すという物質交換を行っています。動脈はより太く頑強であり、高圧下で心臓から少量の血液を送り出します。静脈はより小さくて壁も薄く、低い圧力の血液を大量に扱っています。私たちの身体にある血液のネットワークは、60,000マイル近い長さにまで及びます(地球を二周するのと同程度ですね)。血液は、私たちの健康を保つために、並々ならぬ距離を行き交っているのです。

## 発見

**脚をスワイプしてみましょう。運動中、循環系では何が起きるのでしょうか？**

私たちは走ると、筋肉がより多くのエネルギーを利用して、より多くの廃棄物(二酸化炭素)を排出するため、心拍数が上がります。そのため、脳は心臓に対して血液の流れを増やし、より多くの栄養素を届けて廃棄物を取り除くよう指示を出します。走ったり、飛び上がったりした後で動きを止めて、手首、首、そして上腕に位置する脈拍測定の位置に指を触れてみると、心臓の働きを感じる事ができます。脈拍数は、一分間の心拍数を指します。これによって、血液が身体内をどれだけ早く、もしくは遅く移動しているかが把握できるのです。

**詳しく観察してみましょう。心臓をタップします。スライダーを動かしてみましょう。血液は、どのように心臓を出入りするのでしょうか？**

血液は身体内の曲がりくねったルートを通っていますが、心臓から送り出されてまた戻るにあたって、右から入って左から出て行くのです。脱酸素化した血液は右心房を介して心臓に向かい、右心室を通って肺に入り、ここで酸素を吸収します。次に、左心房へと移動して左心室内の大動脈を通じて心臓から出て行き、酸素化された血液として新たな身体内の旅を開始するのです。

血液が心臓を通る際、四つの心腔にある弁が、確実に血液が一方向に進むようにします。心拍は不随意筋によるものなので意識しなくていいのと同様に、私たちは血液がどの方向に移動するかを意識する必要が無いのです。各心腔にある弁は、血液が流れ出た後で扉のように閉まるため、誤った方向に血液が侵入する事は無いのです。

**詳しく観察してみましょう。血管(けっかん)をタップします。血液は、何でできているのでしょうか？**

血液は、赤血球、白血球、そして血小板の三種類の細胞から構成されています。これらは、ほぼ水で構成されている(90%)、黄色みを帯びた液体である血漿内を浮遊しており、栄養素、たんぱく質、そしてホルモンを含んでおり、身体にこれらを届けているのです。血漿はまた、血液が血管内を循環する過程で廃棄物を取り除いています。

血球は、私たちの健康のために闘う、微小ながらも屈強な存在です。一滴の血液内には、2.5億個以上の赤血球が含まれており、これらが感染症や病気と闘う事で、私たちの健康は維持されているのです。血小板は、血液を凝固させて血液の漏れを防ぎ、皮膚や血管内の傷口の回復を助けています。皮膚上では、かさぶたが形成されます。また、白血球も不要なバクテリアを攻撃する事ができます。

**詳しく観察してみましょう。血管(けっかん)をタップします。白血球(はっけっきゅう)をバクテリアの上にドラッグしてみましょう。何が起きるのでしょうか？**

攻撃開始です！白血球は、私たちの健康を保つために感染症や病気と闘っています。バクテリア、病原菌やウィルス等、外部からの微生物が体内に侵入すると、白血球がこれらを破壊する抗体を生成するのです。私たちが病気になると、白血球の数が増加して、侵入者を囲い込み、退治します。また、白血球は過去の侵入者を記憶しているため、同じ病原菌が再び戻ってきても、すぐに抗体を生成できるのです。

## 話し合いましょう

心臓の役割は何でしょうか？

私たちの身体には、なぜ血液があるのでしょうか？

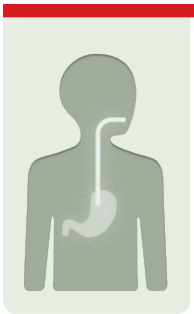
血液は、身体内をどのように移動するのでしょうか？

血液はどこで造られているのでしょうか？

血液は何で造られているのでしょうか？

動脈と静脈の役割は何でしょうか？

私たちの健康を保つ上で、血液はどのような役割を果たしているのでしょうか？



# 消化系

## はじめに

あなたの好きな食べ物は何でしょうか？りんご、アイスクリーム、もしくはチキンスープなどは好きですか？私たちが食べたり飲んだりする飲食物は全て、消化系という、言わば口から肛門に至るまでの長くて空洞になっている管を通っていきます。消化系の入り口は口であり、ここでは私たちが歯を使って噛み砕いた食事を、筋肉と唾で分解し始めるのです。食べ物は、食道、胃、そして腸内を移動していく過程で、私たちの身体が吸収可能な栄養素の形にまで更に分解されていきます。この消化過程は、始まりから終わりまで4~5時間を要します。身体によって吸収されなかった栄養素は廃棄物となり、皆さんもご存知のようにウンチとして処分されます。

## 発見

**身体に食べ物を与えると、食べ物には何が起きるのでしょうか？**

食事によって、身体に及ぼす影響は異なります。幅広い食材を扱った、バランスの取れた食事は、身体の機能をサポートして、健康を保つ上で非常に重要となります。フルーツや野菜は、身体の成長を助けて、病気や感染症と闘うための免疫機能を強化するビタミンとミネラルの宝庫です。牛乳やチーズなどの乳製品には、強い骨の成長と維持に必要なカルシウムが含まれています。肉類は、タンパク質の優れた供給源であり、筋肉の成長を補います。パンやご飯などの穀類には、繊維が含まれており、消化系内の食べ物の運搬や、定期的なお通じを引き起こす事で、腸の健康を保ちます。

**様々な食べ物をドラッグし、身体に与えてみましょう。身体は、どのように反応するでしょうか？**

食べ物は、消化系内を移動する過程で細かく分解されますが、これは食べ物を栄養素に変える消化液のおかげです。舌の腺は唾を生成する事で、噛み砕いた食べ物を食道に通しやすくします。胃が放出する強力な胃酸は、食べ物を更に混ぜ合わせてすりつぶします(胃酸は余りにも強力なため、胃の内壁には保護膜がある程です)。食べ物の分子が小腸に達すると、肝臓の胆汁と膵臓の酵素はタンパク質、脂質、そして炭水化物を、身体が吸収可能な栄養素に分解します。また、胆汁は廃棄物の大腸への運搬を手伝います。

**詳しく観察してみましょう。口をタップします。 食べ物を歯にドラッグしてみましょう。歯ブラシを歯の上にドラッグします。何が起きるのでしょうか？**

健康な歯は、食べ物を飲み込めるように小さく噛み砕く事で、消化系を助けています。食べ物のかすは、歯の上部や歯間に引っかかるため、歯を定期的に磨いてフロスを行い、清潔さを保つ必要があります。

歯を磨くと、虫歯やその他のう蝕症から歯を守る事ができます。食べ物や飲み物の糖分やでんぷんが、私たちの歯や歯茎に付着している粘着性のバクテリア(歯垢)と触れ合うと、歯の外側を腐食する酸を生み出します。酸が、歯の外側のエナメル質を浸食して、内部にまで達すると、虫歯と呼ばれる穴が形成されます。こうなると、歯医者さんに通わなくてはなりません。

**脚をスワイプしてみましょう。運動中に、消化系では何が起きるのでしょうか？**

空腹、もしくは満腹の時に運動をすると、クラクラしたり、少し気持ち悪くなったりする可能性があります。私たちは走ったり、飛び跳ねたり、動き回ったりすると、身体が食事から摂取した燃料(グルコース)を燃焼して、これをエネルギーにします。空腹の時は、燃焼するだけの十分な燃料を持ち合わせておらず、頭がぼんやりしてくるかもしれません。

また、満腹の時に行う運動にも問題が伴います。消化も運動も、血液を必要とするため、走ったり、泳いだり、飛び跳ねたりし始めると、血液が消化管を離れて、酸素を待ち望んでいる筋肉の元へと移動します。これによって、消化が遅くなるため、吐き気を催したり、酷い場合は吐いたりする事もあります。

**詳しく観察してみましょう。胃をタップします。スライダーを動かしてみましょう。泡を破裂させてみます。何が起きるのでしょうか？そして、何が聞こえますか？**

私たちの胃は、常に食べ物を受け入れる体制が整っています。胃はわずか拳程度の大きさですが、食べる時には最大で約10倍まで膨れ上がります。食べ物を受け入れるために、胃は食べ物を混ぜ合わせ、すりつぶして分解するための胃酸を生成します。私たちが食べる時、胃の中は食べ物とこれらの酸によって満たされるため、内部の圧力が高まります。受容体とホルモンがこれらの圧力を感知して、脳にシグナルを送る事で、私たちはお腹が満たされたかどうかを把握できるのです。

ゲップは、どうして起きるのか考えた事はありませんか？急いで食べている際に、誤って空気を吸い過ぎると、食べ物と酸に他の気体が混ざり込みます。また、ガスを多く含んだ飲み物(ソーダ水など)を飲むと、この余分なガスが身体から放出される必要があります。このような時、ゲップが起きるのです。ガスがゲップとして放出されない場合は、消化系内を通って、新たなガスに変化し、最終的にオナラとして出てくるのです。

**詳しく観察してみましょう。小腸をタップします。食べ物の分子をドラッグしてあちこち動かしてみましょう。食べ物の分子には何が起きるのでしょうか？**

食べ物が小腸内(約20フィート程の長さ)を移動する過程で、膵臓の酵素と胆嚢の胆汁と混ざり合い、更なる分解が行われます。食べ物は細かい分子に変化し、微細な毛細血管ネットワークを通じて血流に吸収されていきます。消化されなかった食べ物の残骸は、肝臓もしくは大腸へと引き続き移動していきます。

**詳しく観察してみましょう。大腸をタップします。食べ物の分子をドラッグしてあちこち動かしてみましょう。食べ物の分子が大腸を出る時、何が起きるのでしょうか？**

食べ物が、消化系の最終管である大腸を通ると、何百種類ものバクテリアが協力して更なるビタミンを抽出する事で、完全な消化を助けます。ここは、食べ物の栄養素が身体に吸収される最後の場所です。また、その名称とは裏腹に大腸は小腸よりも短く、5フィート程しかありません。ここを過ぎても残っている食べ物は、廃棄物として見なされます。水分は搾り出され、廃棄物は圧縮されてから、ウンチとして排出されるのです。

## 話し合いましょう

**私たちは、なぜ食べる必要があるのでしょうか？**

**消化系を構成しているのは、身体のどの部分でしょうか？**

**胃の中にある食べ物には、何が起きるのでしょうか？**

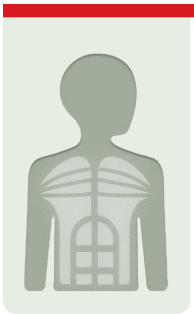
**腸内では、食べ物はどこにいくのでしょうか？**

**健康を保つには、どのような食事をすれば良いのでしょうか？**

**私たちは、どうしてゲップやオナラをするのでしょうか？**

**栄養素は、どのようにして身体に吸収されるのでしょうか？**

**ウンチとは何でしょうか？**



# 筋肉系

**はじめに**

腕を曲げて、力こぶを作ったりした事はありませんか？私たちは、筋肉を強さの象徴として捉える傾向があります。当然、筋肉は重いものを持ち上げたりする際に役立ちますが、ちょっと思いつかないような細かい動作にも携わっているのです。笑顔やしかめ面を見せたり、息を吸ったり吐いたり、そしてお菓子を食べたり消化する際にも筋肉は働いているのです。

私たちは、意識して使う随意筋と、勝手に機能する不随意筋の両方を使っています。歩いたり、走る際には、脚の随意筋を使う事で、脚を互いの前方に踏み出せるのです。不随意筋は、私たちが意識するとしないとに関わらず働いています。不随意筋によって、私たちの心臓は脈打ち、肺は呼吸を可能にして、腸が消化を行うのです。

私たちの身体をレバー、ゼンマイ、歯車やちょうつがいによって構成された一つのマシーンとして考えるならば、筋肉とはこのマシーン内部のあらゆるパーツを動かす弦やベルトなのです。骨同様、筋肉は私たちが大きくなるに連れて成長していきます。筋肉の成長には、走ったり、ジャンプしたり、泳いだり、ダンスしたり、遊んだりと、沢山の動きや異なる運動が役立ちます。

## 発見

**詳しく観察してみましょう。上腕二頭筋(じょうわんにとうきん)、または、ふくらはぎの筋肉をタップします。腕、または、脚をドラッグしてみましょう。何が起きるのでしょうか？**

二頭筋とふくらはぎの筋肉は、骨の周りにロープの様にまとわりついており、腕を上げたり、手を振ったりする際の動きを可能にしながら、骨を保護しているのです。

腕を内側に曲げて、二頭筋に力を入れて力こぶを作ると、筋肉が単一ではなく一組で働く事が分かります。肘を支点にして腕を曲げると、上腕の二頭筋が引き締まり、短縮されます。下側にある三頭筋は、緩んで伸張します。腕を真っ直ぐにすると、これとは正反対の現象が起きて、二頭筋が緩んで三頭筋が引き締まるのです。

## 話し合いましょう

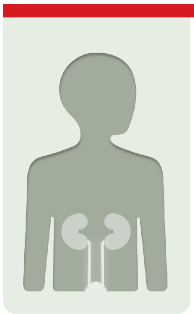
**身体のどの部分に筋肉があるのでしょうか？**

**筋肉は、身体の他の部分とどのようにして繋がっているのでしょうか？**

**筋肉は、何をする際に役立つのでしょうか？**

**筋肉は、どのようにして成長して大きくなるのでしょうか？**

**循環系、呼吸系、および消化系にある筋肉を知っていますか？**



# 泌尿生殖器系

**はじめに**

泌尿生殖器系(ひつにょうせいしょくきけい)には、おしっこを促す泌尿器(ひつにょうき)と、赤ちゃんを作るのに役立つ生殖器(せいしょくき)が含まれます。

泌尿器は、おしっこ工場です。尿の生産は腎臓で始まります。腎臓は、血液内で毒素、余分な塩分、水分をろ過し、尿を作って不要なものを排出します。浄化された血液は、心臓へ送り戻され、再び身体内を巡ります。尿は、尿路まで進んでいきます。尿管を通って腎臓から膀胱(ぼうこう)へ進みます。場合によっては膀胱でしばらく留まり、その後、尿道から体外へ放出され、トイレに排出されます。

生殖器は、尿路の近くにあります。生殖器の構造と機能は、女性と男性で異なりますが、お互いに協力して機能を果たします。女性と男性の生殖器の共同作業により、人は繁殖できます。この作業は効率が良く、8秒ごとに新しい赤ちゃんは生まれています!

## 発見

**詳しく観察してみましょう。拡大レンズ、または、膀胱をタップします。腎臓をタップして、血液と尿がどのように腎臓を出入りするのか観察してみましょう。**

腎臓は、血液の浄化装置です。心臓は、毎分約1リットルの血液を、腎動脈を通じて毛細血管網(もうさいけっかんもう)へ送り込みます。腎臓では、100万個以上の非常に細かいネフロン、毛細血管、不要物の出口を提供する絡み合う多数の管により、血液がろ過されています。

浄化された、毒素のない血液が、腎静脈を通って心臓に送り戻される一方、取り除かれた毒素は、外へ出る道筋を見つける必要があります。ろ過プロセスの副産物である黄色いウロクロムが、不要物と水分を結合して尿を作り、尿は尿路から外へ排出されます。

腎臓は2つあると便利ですが、1つの腎臓ですべての機能を果たすことができます。この2つの豆の形をした臓器は、毎日1～2リットルの尿を作り出し、黄色いアーチを描きます。腎臓の適切な機能を保つことは大事です。たくさん水分を取ると役立ちます。

**膀胱の上部を下方へスワイプしてみましょう。尿は、どこで作られ、どこへ送られるのでしょうか？**

膀胱は、尿の貯蔵容器です。膀胱が満たされると、膀胱は広がっていきますが、貯蔵できる量には限りがあります。ほぼいっぱいになると、膀胱壁(ぼうこうへき)の神経終末が脳にシグナルを送ります。この時に、トイレへ行きたくなるのです。準備が整うまで(通常は、トイレにたどり着くまで)脳は待ち、それから、膀胱に尿を出すようにシグナルを送ります。

女性器でも男性器でも、尿は尿道を通り尿路から排出されます。男性の尿道の長さは女性の尿道の約2倍あります。

**スライダーを一度動かし、男性生殖器官を見てみましょう。二度動かすと、女性生殖器官を見ることができます。**

生殖器官は、生命の創出に欠かせないものです。一言で言うと、男子の器官で精液が作られ、女子の器官で卵子が作られます。この2つの細胞が出会い、精子が卵子を受精させるという偶然が発生すると、染色体が結び付き、受精卵という細胞群が形成されます。この受精卵が成長すると、最終的に赤ちゃんとなります。

男性生殖器の陰嚢(いんのう)と陰茎(いんけい)は、身体の外にあります。 2つの睾丸(こうがん)は袋のような陰嚢に保護され、何百万個もの精子細胞とホルモンを作ることができます。精子は、睾丸から副睾丸(ふくこうがん)という長い管を通り、輪精管へ進みます。ここで、精嚢(せいのう)、尿道球腺、前立腺からの体液が混ざり合います。この体液は、精子に栄養を与え、精子の運搬を助けます。この液体混合物が、精液です。射精時に、精子は尿道を経由して陰茎(いんけい)から放出されます。そして、適切なタイミングで適切な場所にいる場合に、精子は卵子を見つけ出し、受精することになります。

それに対し、女性生殖器の膣(ちつ)、子宮、卵管、卵巣は、ほぼ体内にあります。体外と接触するのは、尿道と膣という2つの器官です。女子の場合も、男子の場合と同様、尿は尿道から排出されます。膣にはいくつかの特別な役目があります。外陰部という覆いで保護されている膣には、二方向の道筋があります。陰茎(いんけい)は中へ入って精子を送り込むことができ、経血と赤ちゃんは外へ出ることができます(後者の際にはかなり広がりますが)。

男子が毎日、何百万個もの精子細胞を作り出すのに対し、女子は卵巣に数十万個の卵子を抱えて誕生します。これらの卵子は思春期まで眠っています。思春期に排卵が始まると、毎月一回、ホルモンに促され、卵巣は卵子を1つ放出します。卵子は卵管を通り子宮へと送り込まれます。その後、見込まれる受精卵への対応準備として、子宮内膜に血液と細胞組織が追加されます 。精子細胞と卵子が受精しなかった場合、卵子は消えてなくなります。その後、卵子と子宮内膜に蓄えられた余分な血液と細胞組織は、月経時に排出されます。

精子細胞と卵子が受精した場合、卵子は子宮へと進み、厚い内膜内に根付きます。子宮は、成長する胎児を保護し、栄養を送ります。胎児が完全に成長し、準備が整うと、子宮の非常に強い筋層が、赤ちゃんを外の世界へと押し出します。

## 話し合いましょう

**腎臓の役割は何でしょうか？**

**私たちは、なぜおしっこをするのでしょうか？**

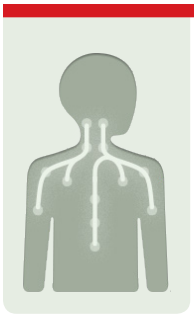
**何が膀胱をコントロールしているのでしょうか？**

**女性と男性の生殖器の違いはどのようなものでしょうか？**

**生殖器にあるすべての細かい管の中を移動しているのは何でしょうか？**

**女性と男性の器官は、どのように協力するのでしょうか？**

**子宮は、なぜ赤ちゃんが成長するのに良い場所なのでしょうか？**



# 免疫系

2014年12月に、免疫システムがアプリ内購入でAPPS FOR (RED)の一部として、お買い求め頂けます。2015年3月に再びご購入頂ける予定です。

## はじめに

免疫系は私たちの体を健康に保ちます。免疫系はくしゃみや接触で簡単に広がる風邪やインフルエンザなどの身近な病気と闘います。また免疫系はかかりにくい感染症（ライム病やHIV)や感染性のないガンなどの病気とも闘います。

免疫系には目に見る免疫（肌）と目に見えない免疫（微視的細胞）の二種類があります。免疫系は病気の元である病原菌をせきやくしゃみで体外に追い払います。また体内では白血球がウイルスや細菌を攻撃し体を病気から守ります。

元気な時でも病気な時でも免疫系は私たちの体を守るために働いているのです。

# 発見

**病原菌を体にドラッグしてみよう。体内に侵入するかな？**

私たちの体には病原菌の侵入を防ぐ様々な防御システムがあります。まずは肌が病原菌の体内進出を防ぎます。傷があったり、肌をかいてしまったり、やけどした肌には病原菌が入ってしまいます。アプリの中では病原菌の侵入を防ぐためばんそうこうを体にドラッグしましょう。

もし病原菌が肌で守られていない箇所（口や目など）の周りに飛んでいる場合、化学的な防御システムが作動します。咳、くしゃみ、涙ぐむ目は病原菌を体内に入れないための反応なのです。また尿、粘液、胃酸も病原菌を集め体外に追い出す役割を果たします。

**近くで観察してみよう。虫めがねをタップしてみよう。細菌やウイルスをタップして増殖させよう。これらはどう似ているかな？またはどう違うかな？**

病原菌とウイルスは免疫系を反応させます。免疫系は病原菌やウイルスは体に病気をもたらす可能性があることを知っているからです。しかし病原菌とウイルスは見た目も行動も違います。

顕微鏡で見るとウイルスは鋭く尖って見えます。体内ではウイルスは家（宿主細胞）を見つけて複製しもっとたくさんのウイルスを作らないといけません。（アプリではウイルスが細胞を感染した場合、細胞がウイルスが広がると同時にウイルスの色に変化します。）

細菌を近くで見てみると、丸くぼんやりとしていてヌルヌルしたコーティングに囲まれています。多くは動きやすさのため薄い毛（線毛）またはゆらゆらしたしっぽ（べん毛）があります。ウイルスと違い細菌は家を持たず体内を浮遊して勝手に増殖できるのです。

**近くで見てみよう：口または鼻をタップしてみよう。マクロファージュを細菌またはウイルスにドラッグしてみよう。何がおきるかな？**

病原菌が体の外側の防御システムを突破した場合、第二の防御システム（先天性応答）が作動し、マクロファージが攻撃します。

マクロファージはギリシャ語で大食いという意味があります。その名の通りマクロファージは白血球の一種で体内をパトロールしては細菌やウイルスに感染した細胞を食べます。

**近くで見てみよう：リンパ節をタップしてみよう。**

リンパ節はリンパ管に沿って住んでいます。彼らは感染症と戦うための応答センターなのです。病原菌がリンパ節に入ると白血球が活性化し増殖して体全体に感染症と戦うために出発するのです。

これらの白血球は第三の防御システムである適応免疫応答の一部です。これらは、B細胞、ヘルパーT細胞、およびキラーT細胞に別れすべて適応白血球として知られています。

**リンパ節：細菌をドラッグして細菌のマークと適応白血球上のマークと合わせてみましょう。何が起きるかな？**

見つけたすべての感染細胞を攻撃するマクロファージとは異なり、種類が違う適応白血球は各病原菌やウイルスにある特定の抗原マーカーと戦います。これらの各マーカーと一致する形はそれぞれ抗原と受容体といいアプリ内で見ることができます。

適応白血球がその病原菌と一致した場合には行動を開始します。B細胞が病原菌を取り囲み再生を防ぐ抗体を産生し、キラーT細胞は病原菌を破壊し、ヘルパーT細胞は他の細胞を呼び出す働きをします。

**リンパ節内：適応白血球がリンパ節から出てきます。彼らはどのように病原菌を攻撃するのですか？**

一旦起動すると適応白血球は、特定の敵を攻撃するために素早く良いチームワークで働きます。攻撃中の活性化している適応細胞は自分自身のクローンを作成することができパワーと応答の早さを高めることができます。感染を撃破し病原菌をやっつけたらいくつかの適応細胞は体内を循環します。これらの残りの適応細胞はメモリー細胞といいます。同じ細菌やウイルスが戻る場合にはメモリー細胞はそれを素早く識別しすぐに攻撃することができるのです。

**リンパ節内：適応白血球がリンパ節から出てきます。彼らはどのように病原菌を攻撃するのですか？**

一旦起動すると適応白血球は、特定の敵を攻撃するために素早く良いチームワークで働きます。攻撃中の活性化している適応細胞は自分自身のクローンを作成することができパワーと応答の早さを高めることができます。感染を撃破し病原菌をやっつけたらいくつかの適応細胞は体内を循環します。これらの残りの適応細胞はメモリー細胞といいます。同じ細菌やウイルスが戻る場合にはメモリー細胞はそれを素早く識別しすぐに攻撃することができるのです。

適応細胞は名前の通り新たな異なるタイプの病原菌を検出するために適応し常にあらゆる種類の病気や感染症の身体応答を助けています。

## 話し合ってみよう

**どうして私たちは病気にかかるのかな？**

**どんな生活習慣が健康的なのだろう？**

**私たちの体はどうやって病原菌から私たちを守るのだろう？**

**どんな種類の細胞が病原菌から私たちを守るのだろう？**

**白血球はどうやって病原菌を検出するのだろう？**

**病原菌は全て同じかな？**

**リンパ節に出入りするのは何ですか？**

**同じ病原菌が戻ったときになぜ免疫系は素早く対応することができるのですか？**

人体を遊んで頂きありがとうございます。人体ハンドブックに関するフィードバックや質問があれば、support@tinybop.com までお問い合わせ下さい。本ハンドブックの、あなたの言語への翻訳を希望される場合は一度ご連絡下さい。我々も、より多くの人々に読んで頂きたいと思っています。

更なる学習と探検を希望される場合は、Twitter, Facebook, そしてInstagramをフォローするか、我々のblogをご覧下さい。