



This Is Your Brain on Exercise

Exercise is as good for **your brain** as it is for **your body**, and researchers are just beginning to discover why.

● 運動は体だけでなく脳にも良いとされているその理由が、研究者によって解明されてきています。 Kate Wheeling

Human beings evolved to move. Our bodies, including our brains, were [fine-tuned for endurance activities over millennia of stalking and chasing down prey](#). “We’ve engineered that out of our lives now,” says [Charles Hillman](#), a psychology professor at Northeastern University who has spent decades studying the link between exercise and cognition. The toll our relatively new sedentary lifestyle takes on our bodies is clear: For the first time in U.S. history, [younger generations are expected to live shorter, unhealthier lives](#) than their parents.

● 人間は動くために進化してきました。人間は、何千年もの間、獲物を追いかけてきたことで、脳を含めた身体は持久力を発揮するように Fine Tune (調整) されてきました。ノースイースタン大学の心理学教授で、数十年にわたって運動と認知の関連性を研究してきたチャールズ・ヒルマン教授は、「私たちは今、生活からそのようなものを排除しています」と言う。米国の歴史上初めて、若い世代が親世代よりも短命で不健康な生活を送ることが予想されています。

While the myriad ways exercise can shape our bodies are well known, researchers have long suspected the same might be true of the brain.

● 運動が私たちの体を形成する無数の方法はよく知られていますが、研究者たちは長い間、脳についても同じことが言えるのではないかと考えてきました。

[Decades of research](#) have gone into examining the effect of exercise on attention, memory, and visual sensitivity, according to [Richard Maddock](#), a professor of psychiatry at the University of California, Davis. “There is a very consistent finding that the brain works better after exercise,” Maddock says. But [why that is](#) has been harder to figure out.

●カリフォルニア大学デービス校の精神科教授であるリチャード・マドック氏は、運動が注意力、記憶力、視覚感度に及ぼす影響について、何十年にもわたって研究してきました。“Maddock 氏は、「運動をすると脳の働きが良くなるという理論は、非常に一貫して確認されてきています」と語る。しかし、その理由を解明することはより困難であったのです。

“Few studies have really looked at what’s actually going on in the brain while we’re moving,” says [Tom Bullock](#), a postdoc at the University of California, Santa Barbara. Only recently has technology given scientists the tools to zero in on the mechanisms at play. Aerobic exercise appears to lead to changes in both the structure of the brain and the way it operates, which together bolster learning in kids, give adults an edge on cognitive tasks, and protect against the cognitive declines that often come with age.

●“カリフォルニア大学サンタバーバラ校のポストドクである Tom Bullock 氏は、「運動中に脳内で実際に何が起きているのかを調べた研究はほとんどありませんでした」と言う。最近になって、科学技術の進歩により、運動中の脳のメカニズムを解明するためのツールが提供されました。有酸素運動は、脳の構造と作動機能の両方に変化をもたらすようです。これらの変化は、子供の学習能力を向上させ、大人の認知タスクで優位に立ち、加齢に伴う認知機能の低下から保護してくれます。

Here, we outline exactly what we know happens in your head when your heart rate rises.

●ここでは、心拍数が上がると頭の中でどんなことが起こるのか、具体的に説明します。

Brain Waves Get a Boost ●脳の周波数が上昇

Your brain becomes much more active during exercise, “perhaps more active than at any other time,” says Maddock. One way neurons communicate is with electrical pulses, and sometimes entire networks of neurons fire in unison, like a group of soccer fans chanting together at a game. These synchronized pulses are known colloquially as brain waves.

●マドックは、運動中は脳の活動が活発になり、「おそらく他のどんな時よりも活発になる」と言います。神経細胞のコミュニケーション方法の1つに電気パルスがありますが、サッカーファンが試合中に声を合わせて歌うように、神経細胞のネットワーク全体が一斉に発火することがあります。このような同期したパルスは、俗に「脳波」と呼ばれています。

Different kinds of brain waves, characterized by the number of times they oscillate in a single second, are linked to one’s mental state and mood. **Lower-frequency waves** occur when we’re running on autopilot: brushing our teeth, driving, or sleeping, for example. Higher-frequency waves, known as **beta waves**, occur when we’re awake and mentally engaged and are associated with attention, memory, and

information processing.

● **脳波の種類は、1秒間に振動する回数によって異なり、精神状態や気分に関係している。** 低周波の脳波は、歯磨き、車の運転、睡眠などの“自動操縦”をしているときに発生します。**β波**と呼ばれる高周波の波は、目が覚めて精神的に活動しているときに発生し、注意力、記憶、情報処理に関連している。

Using tools like an electroencephalogram (EEG), which pick up on these electrical pulses, researchers have found that aerobic exercise causes a shift in the amplitude and frequency of brain waves. More beta waves, in other words, means that exercisers may be in a more alert state. “The brain is in a different gear when the human being is in motion,” Maddock says.

● 有酸素運動を行うと、脳波の振幅と周波数が変化することが、脳波計などの電気信号を計測する機器を用いて明らかになっています。つまり、ベータ波が多いということは、運動をしている人がより注意深い状態にあることを意味します。「人間が動いているとき、脳は別のギアに入っているのです」と Maddock は言う。

You Become More Sensitive to the World Around You

● 周りの環境に対して、より敏感になる

During exercise, the brain becomes much more receptive to incoming information, leading to measurable changes in vision. Tom Bullock and [Barry Giesbrecht](#), a professor of psychology and brain sciences at UC Santa Barbara, work in one of the few labs that have managed to measure the effects of aerobic activity on the visual cortex during exercise. Bullock says it’s taken him four years to figure out how to consistently and reliably record an EEG while a subject is in motion.

● 運動中の脳は、入ってくる情報に対してより敏感に反応するようになり、それが視覚の変化につながっています。カリフォルニア大学サンタバーバラ校の心理学・脳科学教授である Tom Bullock 氏と Barry Giesbrecht 氏は、運動中の有酸素運動が視覚野に与える影響を測定した数少ない研究室の1つで働いています。Bullock 氏によると、被験者が動いている間に一貫して確実に脳波を記録する方法を見つけ出すのに4年かかったそうです。

The visual cortex is designed to zero in on important features in the environment—the kind of features that might indicate, for example, the presence of a predator or prey—and filter out less important background noise. This year, Bullock and [Giesbrecht found that low-intensity cycling boosted this feature-selectivity ability](#) so the brain was able to better identify specific features during exercise.

● 視覚野は、肉食動物や獲物の存在を示すような環境中の重要な特徴を認識し、それよりも重要度の低い背景雑音を除外するように設計されています。今年、Bullock と Giesbrecht は、低強度のサイクリングがこの特徴を選択する視覚能力を高め、運動中に脳が特定の特徴をよりよく識別できるようになることを発見した。

Scientists have also administered cognitive tests right after exercise—for example, measuring the flicker fusion threshold (the rate at which a flashing light begins to look like it’s steadily glowing) and found the same thing: After exercise, one’s senses are heightened and thus can detect the flashing at a higher frequency than before exercise.

●また、運動直後に認知機能テストを行い、フリッカー融合閾値(点滅する光が定常的に光っているように見え始める速度)を測定したところ、運動後は感覚が高まっているため、運動前よりも高い周波数の点滅を検知できるという同じ結果が得られました。

Taken together, these findings indicate that “people see more clearly and immediately after exercise,” Maddock says. “They can make finer visual distinctions; their perceptions are sharper.”

●これらの結果を総合すると、「人は運動直後の方が、よりはっきりと見えている」と Maddock は言います。“運動直後の方が、より鮮明に見える。

Your Brain Shores Up Neurotransmitter Stores

●脳が神経伝達物質を貯める

The benefits of exercise to your brain may begin as soon as your heart rate begins to rise.

●運動が脳にもたらす効果は、心拍数が上がり始めると同時に始まるかもしれません。

Imagine, if you will, climbing onto your bike for a morning ride and pedaling at a tough but sustainable clip. Your breath becomes faster and heavier as your lungs struggle to meet the oxygen demands of the body in motion. Your heart rate climbs as it pumps oxygenated blood around the body and into the brain. And in much the same way that your muscles demand more energy during exercise, the brain begins gobbling up glucose or other carbohydrates when the body is in motion.

●想像してみてください。朝のサイクリングで自転車に乗り、厳しいながらも持続可能な速度でペダルを漕いでいます。肺が動いている体の酸素要求量を満たそうと必死になっているので、息が速く、重くなります。心拍数は、酸素を含んだ血液を体中と脳に送り出すために上昇します。そして、運動中に筋肉がより多くのエネルギーを必要とするのと同じように、体が動くと脳は**ブドウ糖などの炭水化物**をガブ飲みで摂取し始めます。

“In the past, nobody had any idea what the brain was doing with all this fuel,” says Maddock. That is, until 2016, when he and his colleagues published [a new study](#) in the *Journal of Neuroscience*. They discovered that the brain uses some of that fuel to build more neurotransmitters, the chemicals that relay messages around the nervous system. Maddock and his colleagues used MRI to measure levels of neurotransmitters in study subjects after a bout of exercise on a stationary bike and found that levels of glutamate and GABA—two of the most common neurotransmitters in the brain—had increased. The brain may be “filling up its stores of essential ingredients,” Maddock

says. “Perhaps in order to deal with a sustained period of hunting, for example, or running or fleeing or war.” Exercise, in other words, may restock the brain with essential neurotransmitters that it needs to operate optimally.

●“かつては、脳がこの燃料を使って何をしているのか、誰にもわかりませんでした」とマドックは言います。それが、2016年、彼と同僚たちが *Journal of Neuroscience* 誌に新しい研究を発表するまでのことです。その結果、脳は燃料の一部を神経伝達物質（神経系でメッセージを伝達する化学物質）を増やすために使用していることを発見しました。Maddock 教授らは、固定式自転車で運動した後、被験者の神経伝達物質のレベルを MRI で測定したところ、脳内で最も一般的な神経伝達物質であるグルタミン酸と GABA のレベルが上昇していることを発見した。脳は「必要な成分を蓄えている」のかもしれないとマドックは言う。“おそらく、狩猟や逃走、戦争などの継続的な活動に対応するためでしょう”。つまり、運動することで、脳が最適に活動するために必要な神経伝達物質が補充されているのかもしれない。

This process might be why exercise has been [shown to alleviate depression](#). Maddock’s team found that during activity, glutamate levels rise in the same region of the brain where stocks of the neurotransmitter have previously been found to be low in depressed patients.

このプロセスが、運動がうつ病を緩和することが示されている

理由かもしれません。マドックの研究チームは、運動をすると、脳の同じ領域でグルタミン酸レベルが上昇することを発見した。この領域では、これまでうつ病患者で神経伝達物質のストックが少ないことがわかっていた。

Your Brain Becomes Younger ● 脳は若返る

A few things happen in the exerciser’s brain that make the organ appear younger.

●運動する人の脳内では、臓器が若返るような現象がいくつか起こります。

First, studies in both [animals](#) and [humans](#) suggest that exercise sparks the production of growth factors that nourish new neurons and help existing cells survive. Budding neural cells also need more nutrients as they grow, and [animal studies suggest that exercise promotes the release of other growth factors](#) that promote blood vessel growth, which could deliver those nutrients. At least [one study in humans](#) has found that active individuals tend to have more and healthier blood vessels, or, in the words of the authors, a “younger-appearing brain.”

●まず、動物と人間を対象とした研究によると、運動によって成長因子の産生が促進され、新しい神経細胞に栄養を与え、既存の細胞の生存を助けることが示唆されている。芽生えた神経細胞は、成長に伴ってより多くの栄養を必要としますが、動物実験では、運動によって血管の成長を促進する他の成長因子の分泌が促進され、栄養を供給することができることが示唆

されています。少なくともヒトを対象とした研究では、運動をしている人は血管が増えて健康になる傾向があり、著者の言葉を借りれば“脳が若返る”ということになります。

These structural changes in the brain generally take at least a few weeks to develop but lead to long-lasting improvements in regions of the brain associated with cognitive tasks, like working memory. “A lot of intervention studies that are out there show that aerobic exercise increases neurogenesis in the hippocampus, for example” says Giesbrecht. “The hippocampus is really critical for memory.”

●このような脳の構造的な変化は、一般的には少なくとも数週間かかるが、ワーキングメモリなどの認知タスクに関連する脳の領域の長期的な改善につながる。”Giesbrecht氏は、「多くの介入研究で、有酸素運動が海馬の神経新生を促進することが示されています。”海馬は記憶にとっても重要です。

Beyond that, research shows that aging exercisers have increased gray-matter volume in regions associated with general intelligence and executive function, which encompasses everything from attention to planning to problem-solving skills. Studies also show that fit adults have healthier white-matter tracts—the superhighways that connect various regions of gray matter—in the basal ganglia, a critical region for balance and coordination.

●さらに、高齢になっても運動をしている人は、一般的な知能や実行機能(注意力、計画性、問題解決能力など)に関連する領域の灰白質体積が増加しているという研究結果もあります。また、健康な成人は、バランスとコーディネーションに重要な基底核にある灰白質の様々な領域をつなぐスーパーハイウェイである白質路が健康であるという研究結果もあります。

New Connections Between Neurons Emerge

●ニューロン間の新たなつながりが生まれる

Over time, exercise changes both the number of neurons in your brain and how they communicate. [A 2016 study](#) from the University of Arizona, for example, found that cross-country runners had **increased connectivity between parts of the brain** involved in memory, attention, decision-making, multitasking, and processing sensory information—the very same regions that tend to be hit hardest as we age—compared to healthy but sedentary controls.

●運動は、時間の経過とともに、脳内のニューロンの数とその伝達方法の両方を変化させます。例えば、アリゾナ大学が2016年に発表した研究によると、クロスカントリーを走る人は、健康でありながら座っている人に比べて、記憶、注意、意思決定、マルチタスク、感覚情報の処理など、加齢に伴って最も影響を受けやすい脳の部位の接続性が高まっていることがわかりました。

The networks that fire together as you run—coordinating your route, keeping tabs on traffic, trying not to trip on rocks, and maintaining your pace—strengthen as you use them, so that even at rest, runners tend to have greater connectivity between brain regions.

●ランニングでは、走行ルート調整、交通状況の把握、石につまずかないようにすること、ペースを維持することなど、走るたびに連携するネットワークが強化されるため、安静時でも脳領域間の接続性が高い傾向にあります。

It is the kind of connectivity that musicians and cab drivers and other skills-based experts develop. At the same time, the runners had decreased connectivity with a region of the brain typically associated with mind wandering, which indicates runners may have increased focus or concentration skills.

●これは、音楽家やタクシー運転手など、スキルを必要とする専門家が身につけているような接続性です。同時に、ランナーは、一般的に心の迷いに関連する脳の領域との接続性が減少しており、これはランナーが集中力を高めている可能性を示しています。

So, Is Exercise Magic? ●運動は魔法？

Hillman cautions that for now, exercisers should be realistic about what aerobic activities can do for the brain. “You shouldn’t expect to increase your IQ or anything of that nature,” he says. “We’re talking about small to moderate effects, which are potentially great for improving cognition and brain health.”

● Hillman 氏は、今のところ、有酸素運動が脳にもたらす効果については、「現実的に考えるべきだ。IQ が向上するとか、類似の劇的な能力向上ではなく、私たちが言っているのは、小～中程度の効果だが、それは認知機能や脳の健康を向上させる十分に素晴らしい可能性があるということです」と注意しています。”

But Bullock and Giesbrecht envision a future in which doctors prescribe exercise instead of drugs. “Exercise is a potential prophylactic against some aspects of age-related cognitive decline,” Giesbrecht says. “When you think of the fact that we have an aging demographic and the high prevalence of depression, there might be simpler treatments out there, like exercise.”

●しかし、Bullock 氏と Giesbrecht 氏は、医師が薬の代わりに運動を処方する未来を思い描いています。”運動は、加齢によるシニアの認知機能低下を予防する可能性があります」と Giesbrecht 氏は言います。”高齢化社会に突入し、うつ病が多発していることを考えると、運動のようなもっと簡単な治療法がある筈です。”