⋆⋆★懸賞問題解答例★⋆⋆

1）　動物個体が“生きる”とはどういうことか？

動物細胞にはミトコンドリアという細胞内小器官があり、これが呼吸器から取り込んだ酸素を使って非常に高い効率で ATP を産生する。動物はその ATP のエネルギーのかなりの部分を利用して筋肉を動かして摂食行動を行ない、消化器から燃料を吸収しながら生きることになる。体内各部への酸素と燃料の供給は循環器と血液（一部は他の体液）が担当する。

つまり動物細胞は毛細血管内を流れる血液から酸素と燃料（基本的にはグルコース）を取り込み、自分の役割に応じたタンパク質などを合成して個体の生存を支えている。タンパク質などの合成に必要な材料もまた毛細血管内の血液から取り込んでいる。

2）　重層扁平上皮の細胞はどこから物質を取り込んでいるのか？

さて動物細胞は近くを流れる毛細血管から酸素、燃料(グルコース)、活動のための材料(アミノ酸など)を取り込んでいるが、この例外が重層扁平上皮細胞である。重層扁平上皮は基底膜の上に傍基底層～中層～表層の順に細胞が積み重なっており(重層)、外部の刺激から個体の内部を保護している。これはちょうどラグビーやフットボールのスクラムのように細胞が何列にも層をなし、表層が剥がされても下層の細胞が内部を守り続けることができることを意味する。

ところがここで、今まで誰も問題にしてこなかった疑問が１つある。重層扁平上皮の中層以上の細胞はどこから酸素や燃料や材料物質を取り込んでいるのか。毛細血管は基底膜の直下までは入っているが、中層～表層へは毛細血管がなく、血液は入ってこない。

重層扁平上皮の細胞は傍基底層で誕生し、中層から表層へと分化するにつれて表面へと押し上げられ、必然的に毛細血管から遠ざかっていく宿命を背負っている。

酸素に関しては、基底膜直下の毛細血管でヘモグロビンから放出された酸素が多少は拡散してくるだろうが、表層に近づくにつれ、酸素の供給は絶対的に不足してくる。最表層の細胞であれば外気から直接拡散してくるかも知れないが、中層細胞は完全に窒息状態である。

しかし動物細胞は酸素が無ければ生きられないということはない。動物細胞においては、細胞質の原形質(ゾル)の解糖系でグルコースをピルビン酸まで分解し、この過程で ATP が産生されるからである。酸素分子が必要となるのは、ミトコンドリアのマトリックスで起こる TCA 回路で基質から引き抜かれた水素原子をミトコンドリア内膜の電子伝達系で水にする過程なのであって、解糖系だけならば酸素分子がなくてもエネルギーを産生できる。

解糖系優位のエネルギー代謝をする細胞としては、国家試験的には赤血球と筋細胞が挙げられるが、実は重層扁平上皮細胞も解糖系優位になっているはずである。

扁平上皮細胞における酸素に関してはこれで解決できたが、燃料と材料に関しては単純拡散というわけにはいかない。扁平上皮細胞がその寿命のうちに必要となる燃料と材料は、傍基底層を出発する前に、基底膜直下の毛細血管から取り込んでおかなければいけない。

燃料に関しては、細胞膜表面のグルコース担体(GLUT)タンパクを介して細胞質内に取り込み、グリコーゲンの形で貯蔵することになる。だから扁平上皮細胞を組織切片で PAS 反応で染色するとグリコーゲンが赤紫色に染まってくる。

また重層扁平上皮細胞がその寿命のうちに産生する角質タンパクの原料となるアミノ酸も、基底膜直

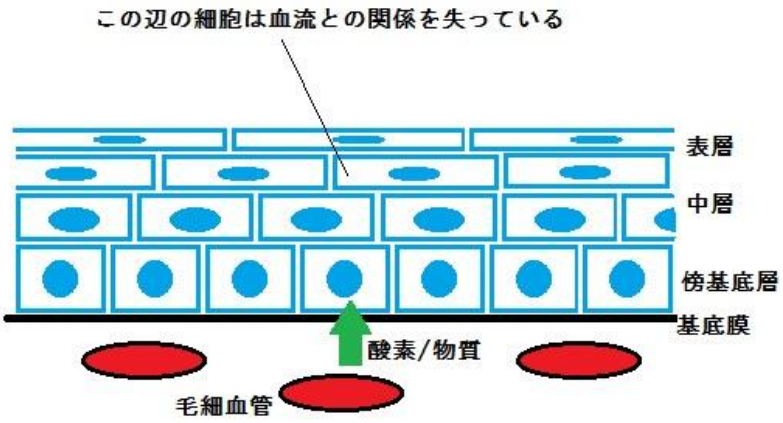
下の毛細血管から能動輸送で必要十分な量だけ取り込んでいるはずである。こうして規定量の燃料と材料を細胞質内に取り込んで貯蔵した扁平上皮細胞は傍基底層を離れ、中層から表層へと上昇していって、最後は“垢”となってその役割を終える。いったん傍基底層を離れた重層扁平上皮細胞はもはや血流による物質補給や信号伝達を必要とせず、最初に受けた指令を忠実に守ってその寿命を終える。

すなわち個体が心臓死を遂げて血液循環が停止した後であっても、すでに傍基底層を離れた重層扁平上皮細胞は寿命が切れるまで、その使命を淡々と果たし続けることになる。毛根や爪基部の細胞も重層扁平上皮から分化したものであるから、個体が死んだ後でも毛髪や爪は伸びることになる。

3）　なぜ迷信・俗説などと言われたのか

「死んだ後に毛髪が伸びるはずはない」という思い込みはなぜ生まれたか。それは現代医学の“常識”に反するからであり、さらに重層扁平上皮の形態の特殊性に誰も気が付いていないからである。私自身も何十年にもわたって重層扁平上皮組織のプレパラートを何千枚も***見て***きたにもかかわらず、この大事な点を***観る***ことができたのはごく最近のことであった。

重層扁平上皮の中層以上の細胞は血液から遮断されている。つまりもう血液から物質を補給する必要もなく、またホルモンなどの化学伝達物質による指令も受け取れなくなっている。このことに気づけば、個体が死んで心肺停止後も毛髪や爪が伸びるのはむしろ当然のこと、自明の理である。



扁平上皮模式図

もちろん死後も毛髪や爪が伸びる現象を観察するためにはかなりの制約がある。通常は埋葬や火葬までの時間がそれほど長くないので、死体の髪や爪が伸びたことには気が付かないし、また仮に死体をそれまで長期間放置したとしても、今度は微生物による腐敗が起こって正確な事実の観察が不可能になる。

例えば沈没した潜水艦内で長年にわたり低温・低酸素状態で保存された御遺体、あるいは氷河に滑落して何年も経ってから収容された御遺体のような特殊な事例によらない限り、死後も毛髪や爪が伸び続けるという事実を観察する機会は得られない。またそういう特殊な事例を見聞しても、“医学の常識”に反するからという理由で故意に無視してしまっては真実にたどり着くことはできない。迷信だ、俗説だと切り捨てる前に、自分自身の頭で考え直してみなければいけない。そのためには豊富な専門知識を身につけることが大事なのは言うまでもない。

最後にこの毛髪の自律性に関しては、今後いくつかの実験や観察による検証が必要だが、すべての男性の恐怖の的である“ハゲ”の治療の研究に活路を開いてくれる可能性がある。