

刺激伝導系・興奮収縮連関

心臓は血液を各器官に送り出すポンプとしての働きがあります。筋肉としては、自律的に活動していますが、平滑筋ではなく、骨格筋と同様の横紋筋です。心筋の特徴として、自動的に周期的に収縮する、収縮し続ける、十分な量と圧で血液を送り出せる、ということが出来ます。前の2つを実現するために刺激伝導系があり、効果的なポンプとして働くために心筋があります。

心筋は、協調したポンプとして働くために、お互いに多くの筋線維が融合し、ギャップ結合を通してイオンが細胞間を通過しやすいようになっています。情報伝達がしやすいようにT管もあります。これによって、心筋は機能的合胞体として機能できます。心室筋の活動電位の最大の特徴はL型カルシウムチャネルの存在により、筋肉が時間をかけてしっかりとした強さで収縮できるようになっています。流入したカルシウムイオンは、チャネルからのカルシウム流入がリアノジン受容体に働いて小胞体から即時的にカルシウムイオンを放出させる、心筋に特徴的なカルシウム誘発性カルシウム遊離をおこして、細胞内カルシウムの上昇により筋肉を収縮させ、それに続いて効果的にカルシウムイオンを再び小胞体に取り込むことにより筋肉を弛緩させます。これが興奮収縮連関です。心不全や心筋症など、多くの心疾患では、これらの過程に問題があり、細胞内カルシウムの増加が十分ではなくなることが病態に関わっています。興奮収縮連関に関わるトロポニンTは心筋梗塞の診断マーカーとして有用です。また、筋肉が効果的に刺激伝導系の指令を受けて迅速に収縮・弛緩をくり返すために、速いナトリウムチャネルからのナトリウムイオンの流入による脱分極と、遅めに再分極を起こすカリウムチャネルの働きがあります。速いナトリウムチャネルが機能するためには、深く安定した静止膜電位が必須です。効果的なポンプ機能の基本となる心室筋の持続的な脱分極は、ゆっくりとしたカルシウムイオンの流入と遅いカリウムチャネルによる再分極によります。心筋の活動電位の理解は、心電図の読影の基礎になります。

刺激伝導系は、特殊心筋が担います。正常な脈拍を生成する源となる洞房結節、心房と心室の収縮タイミングを調整して、十分な心室への血液の充満を確保するための房室結節、心筋内で刺激伝導を迅速に行うためのプルキンエ線維が特に重要です。洞房結節の活動電位にはいくつかの特徴がありますが、ペースメーカーチャネルの存在と膜電位が静止せずに緩やかに上昇することが重要で、それによって周期的持続的な活動ができます。刺激伝導系の活動電位や機能は、自律神経の活動、電解質異常、心筋の壊死、チャネルの遺伝子異常、などの様々な病態により影響を受けますが、生理的な機構を理解した上で病態を分析することができます。不整脈は刺激伝導系の異常で起こり、抗不整脈薬や自律神経のコ

ントロール、電解質の補正はその異常に対する対応ということになります。多くの不整脈にはリエントリーが関わり、異常自動能発現が心室頻拍など重篤な不整脈の引き金になることがあります。刺激伝導系・興奮収縮連関の理解は、心電図読影と不整脈診療の基本となりますので、基本的なことをしっかりと理解してください。