

第 59 回

東邦大学薬学部公開講座

＝薬と健康の知識＝

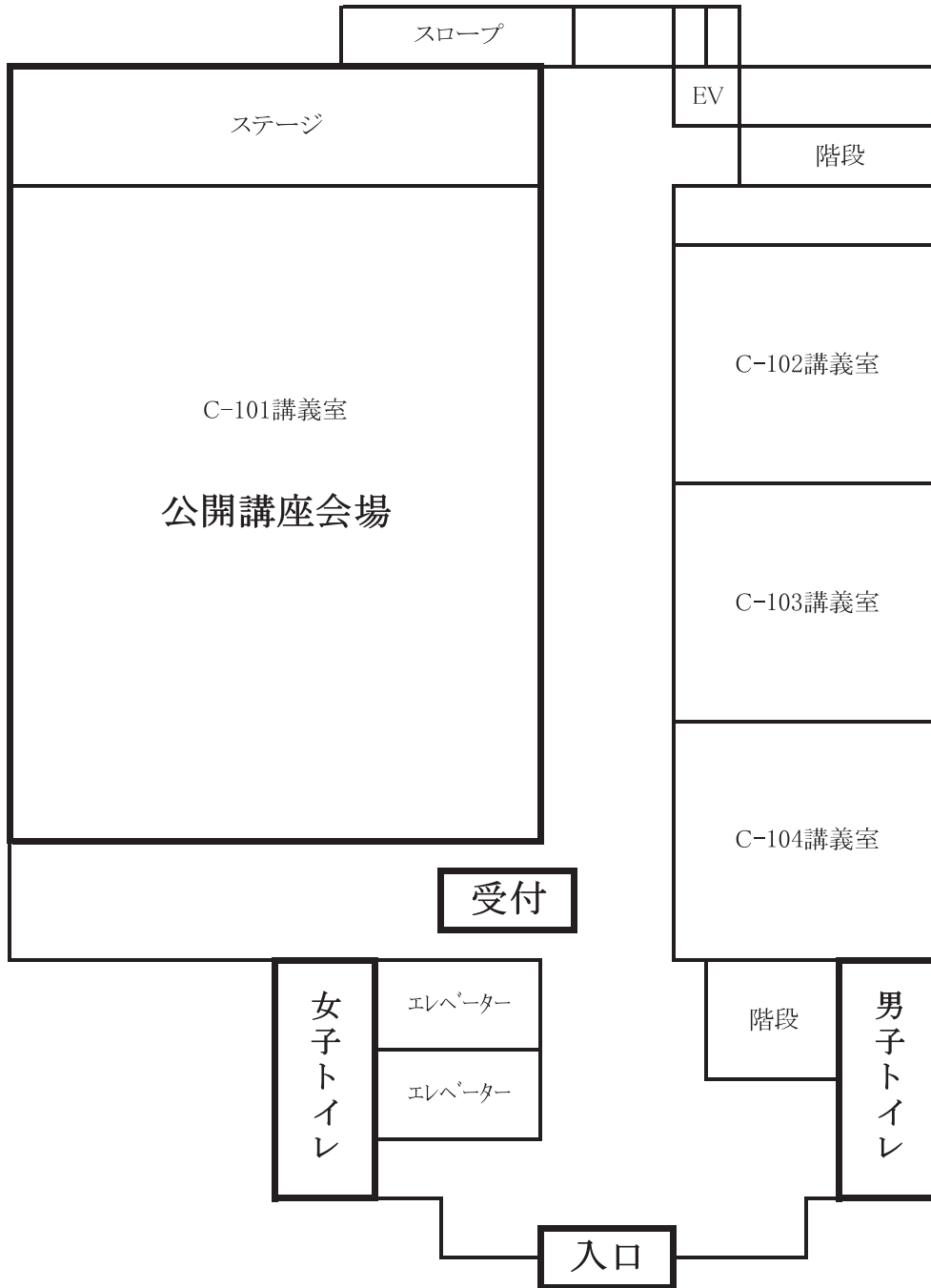
「生体リズムと時間薬理学」

講 演 要 旨

2015年5月16日(土) 13時30分より

主催 東邦大学薬学部
共催 東邦大学薬学部臨床薬学研修センター
協賛 (社)日本薬学会
後援 船橋市教育委員会・習志野市教育委員会
市川市教育委員会・浦安市教育委員会
佐倉市教育委員会・八千代市
千葉県薬剤師会・千葉県病院薬剤師会
千葉県学校薬剤師会・(社)千葉県製薬協会

薬学部C館・1階フロア案内図



※トイレは2階にもあります。

第59回東邦大学薬学部公開講座プログラム

テーマ：『生体リズムと時間薬理学』

日 時：平成27年5月16日（土）
会 場：東邦大学習志野キャンパス
薬学部C館 C-101講義室

司会進行：木下 雅子（薬学部公開講座委員）

13：30～13：35 開会の挨拶 加藤 恵介（東邦大学副薬学部長）

13：35～14：35 講演1

「生体リズムの光科学～光受容体から光治療まで～」

座長：長濱 辰文

演者：岡野 俊行

（早稲田大学先進理工学部

電気・情報生命工学科）

14：35～14：45 質疑応答

14：45～15：00 休憩（ドリンクサービス）

15：00～16：00 講演2

「時間治療とは～質の高い薬物療法を目指して～」

座長：長濱 辰文

演者：藤村 昭夫

（自治医科大学医学部

薬理学講座臨床薬理学部門）

16：00～16：10 質疑応答

16：10～16：15 閉会の挨拶 山本 千夏（薬学部公開講座委員長）

「生体リズムの光科学～光受容体から光治療まで～」

早稲田大学先進理工学部電気・情報生命工学科

岡野俊行

【講演において紹介予定のトピック概略】

光と生物：太陽から降り注ぐ太陽エネルギーは、生物にとって不可欠なエネルギー源となると同時に、さまざまな生理作用を引き起こす。植物は直接的に光エネルギーを利用して光合成を行う一方、動物は視覚等の光受容を通して外界の光環境を捉えて情報源として利用している。

視覚の光受容体：動物の視覚には、明所で働く昼間視と暗所で働く薄明視があり、両者は生理学的にも分子的にも異なっている。網膜には、この2つの視覚系が存在し、太陽光下から月光下までの10万倍以上異なる光感度下での視覚を支えている。このような網膜視細胞における視覚を支える光受容分子は視覚オプシンと呼ばれており、桿体に存在するロドプシンがその代表である（図1）。

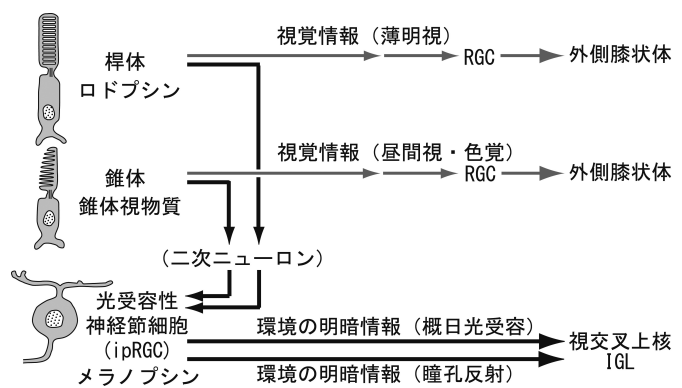


図1 網膜における光受容と光情報の流れ

視覚の感度特性（標準比視感度）：昼間視に関わる視細胞は錐体であり、オレンジ～黄緑の光に最も高い感度をもつ。昼間視は、色を見分けられることに加えて、素早い物の動きに追従できる。一方、暗いところでは、緑色光に最も良く感じる性質があり、光感度は高いが動体視力は低い（図2）。

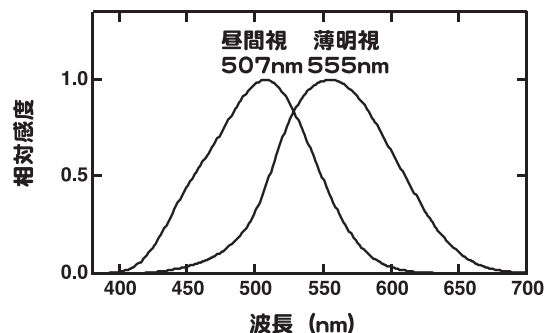


図2 ヒトの視覚感度特性

非視覚光受容体：近年の研究により、網膜の中には、昼間視とも薄明視とも異なる非視覚光受容系が存在することが判明している。この経路は、視細胞以外の網膜の細胞が関与し

ており、青色に最も高い感受性を示す。非視覚系の光受容には、メラノプシンという光受容分子が関与しており、視覚系の光受容体と協同して、虹彩の収縮や体内時計の調節に関与している（図1）。

脳内光受容体と光周性：魚類・両棲類・爬虫類・鳥類といった哺乳類以外の脊椎動物では、網膜以外の脳内にも光受容分子が存在する。それらは、概日時計や季節感知に関わっていると推定されている。季節性繁殖や換羽を行う生物では、一日の昼の長さや気温の変化を手がかりに季節の変化を脳内で感知し、性ホルモンの分泌を介して、季節応答を行う（図3）。

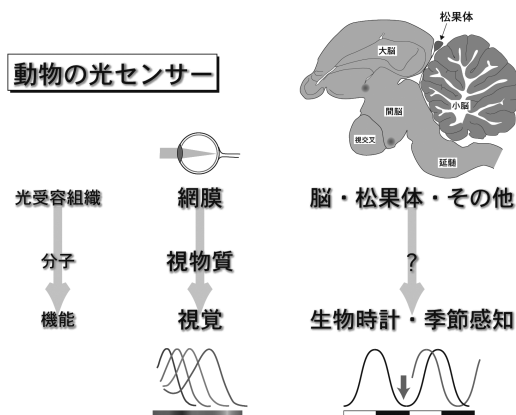


図3 脊椎動物の光受容とその機能

概日時計（がいじつとけい）と概日リズム：概日リズムは、サーカディアンリズムともよばれる。体内の個々の細胞には、内在する概日時計があり、末梢時計と呼ばれている。睡眠・覚醒のみならず、学習能力や代謝や免疫力など、体内の多くの生体機能が概日時計の支配下にある（図4）。

時計発振系のネガティブフィードバックループモデル

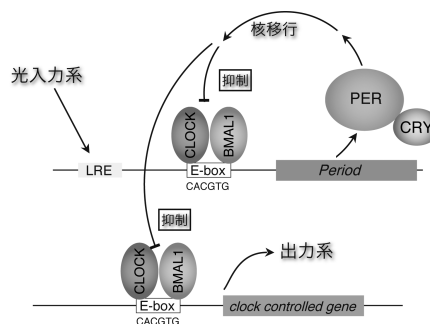


図4 体内時計の自律的な発振の分子機構

時計の発振と光同調：概日時計は、細胞内の時計遺伝子と時計タンパク質によって支えられている。全身の時計を同期しているのは、脳内の視床下部にある視交叉上核という神経核である。網膜で受けた光情報は、視交叉上核に伝達されて、体内リズムを調節する。一方、夜間に食事をとるなど不規則な生活を行うと食事刺激により末梢の時計のリズムが中枢時計から脱同調してしまう（図5）。

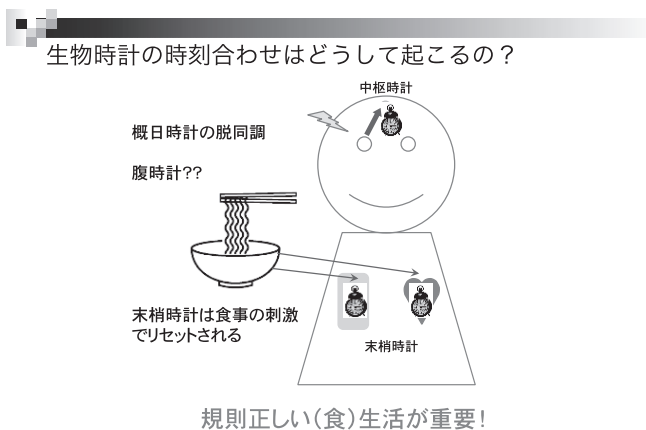


図5 不規則な生活による体内時計の乱れ

クリプトクロム (CRY)：隠された (Crypto) 色素 (chrome) という意味で命名されたタンパク質、CRYとも表記する。概日時計の発振部分や光同調で重要な鍵を握るタンパク質のひとつである。哺乳類以外の生物では、タンパク質にビタミンB₂の類縁体が結合して青色光を受容する性質を持ち、同時に磁気受容分子としても機能すると推定されている (図6、7) が、その仕組みは謎にまつまれており、機能解明が期待されている。講演者らは、多くの脊椎動物のCRY遺伝子を単離し、そのタンパク質機能や存在場所の解析を通して、その未知機能を解明しようとしている。また、動物の磁気感覚についての研究を進めるため、どのような生物が磁気を感じるのかも調べている。

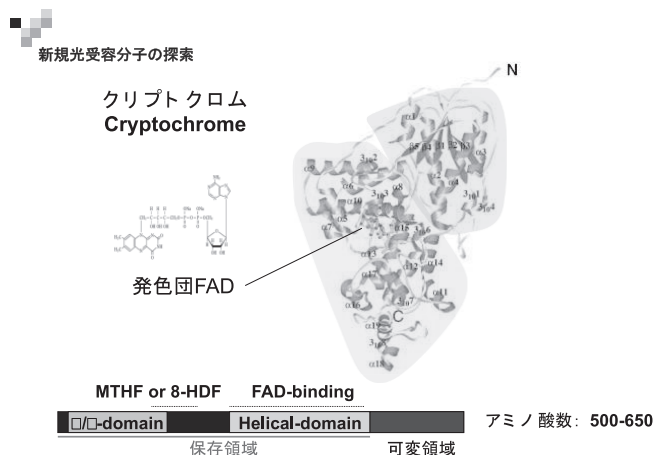


図6 青色光受容分子クリプトクロムの構造

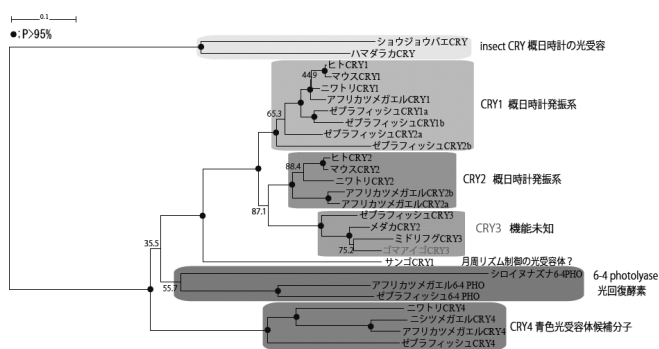


図7 クリプトクロムの分類と機能

高照度光療法：睡眠障害や季節性感情障害（冬期うつ）等の患者に対して、特定の時刻に強い光を一定時間浴びることによって、その症状の改善を促す治療法。網膜のメラノプシンや視覚オプシンを刺激することによって、視交叉上核の概日時計中枢の時刻を調節し、体内リズムの時刻やホルモン合成を正常に保つと考えられている。

光によるリズム調節：低照度の光の光量を調節することによって、夜更かしを予防し、体内リズムを正常に外界周期に同調させながら、快適な睡眠を実現することができると期待される (図8)。

講演者らは、早稲田大学スマート社会技術融合研究機構 (ACROSS) スマートライフサイエンス研究所において、「目覚ましのいらぬ生活」を実現するための照明制御技術の研究を進めている。写真はEMS新宿実証センターにおける模擬生活空間でのヒトに対する照明の効果調べる実験。



図8 ヒトに与える夜間照明効果の検証

【主な書籍等】

- ・光と生命の事典 日本光生物学協会、朝倉書店（分担執筆）（2014）.
- ・クリプトクロムの光反応と生理機能 「動物の多様な生き方1 見える光、見えない光」 共立出版（編集 日本比較生理生化学会）（2009）.
- ・岡野俊行、深田吉孝 第6章、概日リズムの分子機構 シリーズ21世紀の動物科学、第9巻 動物の感覚とリズム 培風館（2007）.
- ・脊椎動物の時計システム. 時計遺伝子の生物学、第1章（岡村均・深田吉孝 編） シュプリンガーフェアラーク東京, pp.41–48（2004）. 岡野俊行・深田吉孝
- ・鳥類松果体細胞の概日時計システム 細胞工学 Vol.20, No.6, pp.837–842（2001）.

【主な学術論文発表】

- ・ Mitsui H., Maeda T., Yamaguchi C., Tsuji Y., Watari R., Kubo Y., Okano K. and Okano T. Overexpression in yeast, photocycle, and in vitro structural change of an avian putative magnetoreceptor Cryptochrome4. *Biochemistry*, **54**: 1908–1917 (2015). doi:10.1021/bi501441u
- ・ Toda R., Okano K., Takeuchi Y., Yamauchi C., Fukushima M., Takemura A. and Okano T. Hypothalamic expression and moonlight-independent changes of Cry3 and Per4 implicate their roles in lunar clock oscillators of the lunar-responsive goldlined spinefoot *PLoS ONE*, **9**: e109119 (2014). doi:10.1371/journal.pone.0109119
- ・ Watari R., Yamaguchi C., Zemba W., Kubo Y., Okano K. and Okano T. Light-dependent structural change of chicken retinal Cryptochrome4. *J. Biol. Chem.* **287**: 42634–42641 (2012). doi:10.1074/jbc.M112.395731
- ・ Takebe A., Furutani T., Wada T., Koinuma M., Kubo Y., Okano K. and Okano T. Zebrafish respond to the geomagnetic field by bimodal and group-dependent orientation *Scientific Reports*, 2: Article number: 727 (2012). doi:10.1038/srep00727
- ・ Okano T., Yamamoto K., Okano K., Hirota T., Kasahara T., Sasaki M., Takanaka Y. and Fukada, Y. Chicken pineal clock genes: implication of BMAL2 as a bidirectional regulator in circadian clock oscillation. *Genes Cells*, **6**: 825–836 (2001).
- ・ Okano T., Yoshizawa T. and Fukada, Y. Pinopsin is a chicken pineal photoreceptive molecule. *Nature*, **372**: 94–97 (1994).
- ・ Okano T., Kojima D., Fukada Y., Shichida Y. and Yoshizawa T. Primary structures of chicken cone visual pigments: vertebrate rhodopsins have evolved out of cone visual pigments. *PNAS*, **89**: 5932–5936 (1992).

「時間治療とは～質の高い薬物療法を目指して～」

自治医科大学医学部薬理学講座臨床薬理学部門

藤村 昭夫

I 生体リズム

1) 生体リズムの制御メカニズム

地球上に住むさまざまな生物には約24時間を1周期とする生体リズムが存在し、体内の恒常性維持に重要な役割を果たしている。ヒトを含めた哺乳類では、視神経が交差する近くに存在する視交叉上核 (suprachiasmatic nucleus: SCN) に生体時計があり、約24時間の時を刻んでいる。さらに多くの末梢組織にも生体時計があり、中枢からの情報が伝えられるとともに、外部の刺激が末梢組織の生体時計に直接加わり、これらが統合されて生体リズムが形成されている。

近年、生体時計を構成する時計遺伝子が次々と見出され、生体リズムの制御メカニズムの概要が明らかにされた。哺乳類における制御メカニズムの本体は、Clock, Bmal1, Period (Per), Cryptochrome (Cry) などのコアとなる時計遺伝子群によって構成されるフィードバック・ループ機構である。すなわちCLOCK (Clock遺伝子産物) と BMAL1 (Bmal1遺伝子産物) がヘテロダイマーを形成し、これがCry, PerおよびCcgs (clock controlled genes; 生体機能のリズムとして表現される) のE-Box (CACGTG) に結合して転写を促進する。次いで、産生されたCRYとPERがCLOCK・BMAL1の活性を抑制することによりフィードバック・ループ機構が完成するというものである。

2) 疾患の日内リズム

SCNや末梢組織にある生体時計の関与によって、生理機能のみならず疾患の発症や症状の増悪に日内リズムを認めることがある。例えば、a) 胃酸分泌は就寝時に最大になることが多く、そのために消化性潰瘍は夜間に増悪しやすい、b) 気管支径は深夜に最も小さくなるために、気管支喘息発作は明け方に起こりやすい、さらに、c) 明け方には交感神経活性の亢進や血圧の急激な上昇、あるいは線溶能の低下が生じるために心筋梗塞や脳梗塞が生じやすい、ことなどが知られている。

前述のように、発症や症状の増悪に日内リズムを認める疾患があるとともに、治療に用いる薬物も投与時刻によって有効性や安全性が異なることがある (この点を明らかにする研究分野が時間薬理学である)。したがって、薬物を適正に使用するためには、疾患の日内リズムおよび薬物の時間薬理学的特徴を考慮に入れて用法・用量を決める必要がある (時間治療と呼ばれている)。

II 時間薬理学の基礎

投与時刻によって薬物の有効性や安全性が異なる要因として血中薬物動態の変化および組織感受性の変化がある。

1) 血中薬物動態の変化

経口投与された薬物は腸管から吸収され、その後、体内に分布し、さらに肝で代謝された後、主に尿中や胆汁中に排泄されるが、これらの過程（ADME; 吸収、分布、代謝、排泄）に関与している生体機能に日内リズムが存在するために、投与時刻によって血中薬物濃度が変化することがある。

① 腸管からの薬物吸収

経口投与された薬物が胃を通過する速度（胃内容排泄速度）は昼間のほうが夜間よりも亢進している。さらに、小腸の蠕動や腸管血流量も昼間のほうが大である。このような要因によって、昼間に投与された薬物は速やかに吸収部位に達し、吸収される薬物量が増加しやすく、夜間（夕方）に投与した時に比べて血中薬物濃度は高値を示すことが多い。このような投与時刻による吸収の差は脂溶性薬物のほうが水溶性薬物よりも大きい。例えば、脂溶性 β 遮断薬プロプラノロールの血中濃度は朝投与時のほうが夜投与時よりも大であるが、水溶性 β 遮断薬アテノロールではこのような投与時刻による有意の差は認めない。

② 全身への薬物分布

薬物は、タンパク結合型あるいは非結合型として血中に存在する。結合型には薬理活性はなく、さらに分子量が大きいため血管内に留まる。一方、非結合型は薬理活性を有し、かつ、全身に分布しやすい。いくつかの薬物についてタンパク結合率が時刻によって変化することが知られている。例えば、抗てんかん薬カルバマゼピンのタンパク結合率は午後2時から午後8時にかけて最も小である（すなわち非結合型の割合が大きくなる）が、一方、抗てんかん薬バルプロ酸のタンパク結合率は午前2時から午前8時にかけて最も小であるとされており、タンパク結合率における日内リズムのパターンは薬物によって異なる。このようなタンパク結合率の日内リズムが臨床上問題となる薬物としては、タンパク結合率が高く（80%以上）、かつ分布容積の小さいものが考えられる。

③ 肝における薬物代謝

肝における薬物代謝は肝血流量と薬物代謝酵素活性に依存している。これらのうち肝血流量は早朝に最大になり、その後徐々に減少し、夕方に最小になることが報

告されている。一方、ヒトにおける肝薬物代謝酵素活性の日内リズムに関する直接的な成績はない。しかし、コルチゾールの代謝を指標にした検討によって（6 β -hydrocortisol/ cortisolはCYP3A4活性を反映する）、ヒトではCYP3A4活性は夕方へ亢進しているものと考えられる。

④ 体外への薬物排泄

薬物は主に尿中あるいは胆汁中に排泄される。尿中へは糸球体濾過および尿細管分泌によって排泄され、また尿細管再吸収によって尿中から体内に取り込まれるが、これらの腎機能にはそれぞれ日内リズムが報告されている。糸球体濾過値は昼間のほうが夜間よりも20%以上大きいとされている。一方、尿細管分泌によって尿中に排泄される薬物（ループ利尿薬フロセミド）を用いた臨床研究によって、尿細管分泌は夜間のほうが昼間よりも亢進していることが報告されている。

胆汁中薬物排泄に及ぼす投与時刻の影響はほとんど明らかにされていない。これまで、悪性腫瘍のために下部胆管完全閉塞をきたし、経皮経肝胆汁ドレナージが留置された患者を対象にした研究によって、抗菌薬（フロモキシセフ：FMOX）の胆汁中排泄量は夜間のほうが昼間よりも大であることを示す成績が報告されているのみである。

2) 組織感受性の変化

H₂受容体拮抗薬ラニチジンを24時間にわたり持続注入した臨床研究によって、血中ラニチジン濃度が昼間と夜間で有意差がないにもかかわらず胃内pHの上昇（ラニチジンの効果を反映している）は昼間のほうが大であった。したがって、ラニチジンに対する組織感受性は昼間のほうが亢進しているものと考えられる。このように薬物に対する組織感受性が時刻によって変化することがあるが、その機序は不明である。

3) まとめ

以下に、ADMEにおける時間薬理学的特徴をまとめる。

① 吸収

- ・昼間は夜間に比べて胃内容排泄速度は速く、さらに腸管血流量は増加している。
- ・昼間に薬物を投与した方が血中薬物濃度は高くなりやすい。特に、脂溶性薬物が投与時刻による影響を受けやすい。

② 分布（タンパク結合）

- ・タンパク結合率における日内リズムの有無、およびそのパターンは薬物によって異なる。

- ・タンパク結合率の日内リズムが臨床上問題となる薬物の特徴は、高いタンパク結合率、および小さい分布容積である。

③ 代謝

- ・肝血流量は早朝に最大となる。したがって、high extraction ratioの薬物が投与時刻による影響を受けやすい。
- ・肝CYP3A4活性は夕方に最大となる。したがって、low extraction ratioの薬物が影響を受けやすい。

④ 排泄

- ・薬物は昼間に糸球体濾過によって尿中に排泄されやすい。
- ・薬物は夜間に尿細管分泌によって尿中に排泄されやすい。
- ・薬物は夜間に胆汁中に排泄されやすい。

Ⅲ 時間治療の実際

1) 高血圧

① 血圧日内リズムと虚血性心疾患

血圧日内リズムは、そのパターンによって、昼間よりも夜間の方が高いinverted-dipper型、昼間に比べて夜間の降圧が10%以下のnon-dipper型、10-20%のdipper型および20%以上のextreme-dipper型に分類される。

昼間と夜間の血圧のどちらが虚血性心疾患の発症により関与しているか明らかにすることを目的に多くの研究が行われ、昼間血圧よりも夜間血圧の方が虚血性心疾患の発症と関連していることが示された。さらに、腎障害を合併した糖尿病患者を対象にした研究によって、血圧日内リズムがnon-dipper型の方がdipper型よりも予後が悪いことが明らかにされた。わが国では、治療前の高血圧患者の13%がinverted-dipper型、29%がnon-dipper型であり、一方、42%がdipper型であることが報告されている。このようにわが国では、夜間の降圧が十分ではない高血圧患者が40%以上も占めており、このような患者を治療する時には、昼間のみならず夜間の降圧にも十分配慮する必要がある。

② アンジオテンシンⅡ受容体拮抗薬（ARB）の時間治療

近年、ARBの時間治療の有用性を示す成績がいくつか報告された。例えば、高血圧患者を、バルサルタン（ARBの一つ）を1日1回朝に投与する群と1日1回就寝前に投与する群に分け、それぞれ3ヶ月間投与して血圧日内リズムに及ぼす影響を検討した。その結果、バルサルタンを朝投与した群ではnon-dipper型の割合に変化は

なかったが、就寝前に投与した群ではnon-dipper型の割合は減少した。さらに、高血圧性腎障害の程度を反映する尿中アルブミン排泄量は、就寝前投与群でのみ有意に減少した。

以上の成績は、バルサルタンによる高血圧性臓器障害の進展抑制効果は投与時刻によって異なることを示している。患者の予後も投与時刻によって異なる可能性があり、今後の検討が待たれる。

③ 利尿薬の時間治療

高血圧の非薬物療法として食塩制限が奨励されているが、その降圧効果には個人差があり、減塩によって血圧が10%以上、低下する群 (salt-sensitive; SS) と降圧が10%未満の群 (nonsalt-sensitive; NSS) に分けることができる。血圧日内リズムの特徴は両群間で異なり、SS群では高食塩下ではnon-dipper型が多いが、減塩によってdipper型に移行しやすい。一方、NSS群では高食塩下でも低食塩下でもdipper型が多い。これは、SS群では腎のNa排泄能が低下しているために、高食塩下では昼間のみならず夜間でも高い血圧を維持し、腎のNa排泄能の低下を補っているものと考えられる。したがって、non-dipper型の高血圧患者に利尿薬を用いるとdipper型に移行する可能性があり、事実、ヒドロクロロチアジドを用いた臨床研究によってこれが確認されている。近年わが国では、高血圧の治療に利尿薬が用いられる頻度は減少したが、上記のような利尿薬の特徴を一度見直す必要がある。

④ α 1遮断薬の時間治療

夜間や早朝の血圧コントロールには α 1受容体を介する交感神経活性が重要な役割を果たしている。さらに、夜間の交感神経活性亢進がnon-dipper型血圧日内リズムやmorning BP surge (早朝の急激な血圧上昇) に関与しているとされている。したがって、non-dipper型やmorning BP surgeを認める高血圧患者の治療には α 1遮断薬が有効である。例えば、高血圧患者にドキサゾシン (1日1回、就寝前) を反復投与した研究によって、夜間の血圧はinverted-dipper型やnon-dipper型では十分低下するが、dipper型やextreme-dipper型ではほとんど低下しない。このように、薬の時間治療学的特徴を考慮し、患者毎の病態に応じて α 1遮断薬を用いれば、心血管疾患の発症がさらに減るものと期待される。

⑤ アンジオテンシン変換酵素 (ACE) 阻害薬の時間治療

ACE阻害薬は朝に投与されることが多いが、10-20%の患者で乾咳が出現し、そのために投与が中止されることがある。しかし、ACE阻害薬による乾咳を認める時には投与時刻を夕に変更することによってこの有害反応は減弱し、患者のQOLは向

上することが報告されている。これは、ACE阻害薬を夕投与した時には、乾咳の原因物質であるブラジキニン濃度の上昇が少ないためと考えられる。ACE阻害薬を使用中に乾咳が出現したときにはARB等に変更することが多いが、ACE阻害薬の投与時刻を変更することも選択肢の一つである。

2) 代謝性骨疾患—ビタミンD製剤の時間治療

腎不全のために血液透析療法を受けている患者では、リンの体外排泄が遅延するために副甲状腺ホルモン（PTH）が上昇することが多く、その結果、代謝性骨疾患をきたしやすい。通常、PTHを抑制することを目的としてビタミンD製剤が用いられるが、しばしば高カルシウム（Ca）血症が出現するために臨床上問題となることがある。ビタミンD製剤が朝投与されている血液透析患者を対象にして、これを夕投与に変更したところ血中Ca濃度の上昇は軽減し、さらに血中PTH濃度の抑制およびそれに伴う骨塩量の増加は大であることが報告されている。このように、ビタミンD製剤を用いた時間治療は安全性および有効性に優れた投与方法である。

3) おわりに

投薬のタイミングによって薬物の有効性や安全性が大きく異なることがある。これらの薬物の特徴を取り入れた時間治療は、質の高い薬物療法を行う手段の一つとして有用である。

第60回東邦大学薬学部公開講座予告

日 時 平成27年10月 3 日(土) 13:30~16:30

会 場 東邦大学習志野キャンパス C101
(〒274-8510 千葉県船橋市三山2-2-1 TEL 047-472-0666)

参加費 無料(申込みは不要)

主 題 『**健康食品の機能性表示とは(仮)**』

その他 手話通訳あり

詳細につきましては決定次第、本学ホームページに掲載いたします。

東邦大学薬学部ホームページ <http://www.phar.toho-u.ac.jp/>

東邦大学薬学部公開講座

今までに取り上げたテーマ（第1回～第58回）

- 第1回 「薬の開発、使い方と副作用」
- 第2回 「花粉症、アレルギー」
- 第3回 「漢方と生薬」
- 第4回 「老化と成人病」
- 第5回 「食品添加物、食品汚物」
- 第6回 「糖尿病」
- 第7回 「病気と検査」
- 第8回 「薬が世にでるまで」
- 第9回 「痛み」
- 第10回 「身のまわりの毒」
- 第11回 「心臓病」
- 第12回 「肥満」
- 第13回 「皮膚と化粧品」
- 第14回 「ストレス」
- 第15回 「健康と食事」
- 第16回 「老年期痴呆」
- 第17回 「癌の予防と治療をめぐって」
- 第18回 「『水』－良い水 悪い水－」
- 第19回 「腰痛と頭痛・肩こり」
- 第20回 「目の健康」
- 第21回 「アレルギー」
- 第22回 「胃の病気と薬」
- 第23回 「血管の老化」
- 第24回 「骨粗しょう症」
- 第25回 「血液の病気」
- 第26回 「心の病気」
- 第27回 「関節の病気」
- 第28回 「睡眠」
- 第29回 「感染症」
- 第30回 「がんを知る、がんを防ぐ、がんを治す」
- 第31回 「スギ花粉症」
- 第32回 「医療に於ける薬剤師の役割」
- 第33回 「薬剤師の活躍による薬害防止」
- 第34回 「薬物治療の基礎と応用（くすりの効き方・使い方）」
- 第35回 「臨床検査から何がわかるのか」
- 第36回 「感染症から身を守るために」
- 第37回 「薬剤師の理想像を目指す」
- 第38回 「サプリメント」
- 第39回 「ウイルスの病気」
- 第40回 「食と健康」
- 第41回 「薬に頼らない健康法」
- 第42回 「肌とビタミンA・EとコエンザイムQ」
- 第43回 「心臓の機能と病気」
- 第44回 「心の病気と生活習慣」
- 第45回 「香りの科学」
- 第46回 「薬の原点」
- 第47回 「クスリの“かたち”と“ききめ”」
- 第48回 「薬をもっとよく知ろう」
- 第49回 「真菌感染症」
- 第50回 「薬局を上手に利用していますか？」
- 第51回 「老化を防ぐ」
- 第52回 「薬剤師と共に考える医療安全」
- 第53回 「薬の開発物語」－アルツハイマー病治療薬について－
- 第54回 「がん薬物療法最前線」
- 第55回 「薬とぶんせき」
- 第56回 「うつ病－うつ病になってしまったら、うつ病にならないために」
- 第57回 「放射線と医療」
- 第58回 「くすりの体内での動きと医療への応用」

公開講座などの案内はホームページ等をご利用ください。

お問い合わせ TEL 047-472-0666

ホームページ <http://www.phar.toho-u.ac.jp/>