

# 目 次

## 序　論

<b>1 腎と骨の深い関係</b>	深川雅史	17
I. リン負荷の情報は、どのようにして骨に伝わるのか？／17		
II. ビタミンD欠乏の全身への影響とは？／19		
III. 骨と血管のカルシウムバランスとは？／19		
IV. 尿毒症毒素は骨や血管にも蓄積する？／19		
<b>2 ミネラル代謝はなぜ生命予後に影響するか？</b>	濱野高行	21
I. 血清リン値／22		
II. FGF23／23		
III. ALPあるいはBAP／25		
<b>3 診療ガイドライン遵守は本当に予後改善に役に立つか？</b>	谷口正智	29
I. 各国ガイドラインの共通点とその問題点／29		
II. 統計調査データの利用および解析にあたっての工夫点／30		
III. 診療ガイドラインの遵守は予後を改善するか？／30		

## 第1章 ミネラル代謝の生理

<b>1 ミネラル代謝系の進化：海から陸、そして宇宙へ</b>	塩崎雄治、野村憲吾、宮本賢一	33
I. ミネラル代謝と進化／33		
II. リン酸代謝と進化／35		
III. そして宇宙へ／36		
<b>2 副甲状腺機能の調節</b>	今西康雄、永田友貴、稻葉雅章	38
I. 副甲状腺の発生と進化／38		
II. PTHの分泌調節機構／38		
III. CKDにおける二次性副甲状腺機能亢進症（SHPT）の発症機序／42		

**3 ビタミンDの代謝と生理作用**

岡野登志夫 46

- I. ビタミンDの構造的特徴と供給源／46
- II. ビタミンD代謝とその調節機構／47
- III. ビタミンDの生理作用と作用メカニズム／50

**4 カルシウムの吸収と排泄**

山本浩範, 竹谷 豊, 武田英二 53

- I. カルシウムの生体での役割／53
- II. カルシウム吸収および再吸収／54
- III. 小腸および腎臓におけるカルシウム経細胞輸送機構／54
- IV. 小腸および腎臓におけるカルシウム傍細胞輸送機構／57
- V. 腎機能異常に伴うカルシウム代謝異常／58

**5 リンの吸収と排泄**

瀬川博子, 宮本賢一 60

- I. 血中リン濃度の調節／60
- II. 腸管リン吸収および腎リン再吸収機構／60
- III. 高リン血症を伴う腎機能破綻モデル動物における腸管リン吸収機構／63

**6 骨代謝回転と石灰化**

網塚憲生, 長谷川智香, 佐々木宗輝 65

- I. 骨基質の細胞学的石灰化機序について／65
- II. 骨代謝回転の違いによる骨基質の石灰化について／68
- III. 骨細胞・骨細管系による骨基質ミネラル維持の可能性／71

**7 血管石灰化の発症機序**

松井 功, 濱野高行, 猪阪善隆 74

- I. CKD患者における血管石灰化促進因子／74
- II. CKD患者における血管石灰化抑制因子／75

**第2章 CKD-MBDの診断と評価****1 CKDで起こりうる骨・ミネラル代謝異常（総論）**

横山啓太郎 79

- I. CKD-MBDの病態／80
- II. CKD-MBDと生命予後／81
- III. CKDと骨代謝／81
- IV. CKDと血管石灰化／81

**2 統計調査にみる日本のCKD-MBD**

井関邦敏 84

- I. 日本透析医学会の年度末調査データ／84
- II. Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS)／85

### 3 原疾患や患者背景（加齢、閉経など）による差をどのように考えるか？

田中元子 88

- I. CKD-MBD と骨粗鬆症の基本的な捉え方の違い／88
- II. 原疾患による差をどのように考えるか？／89
- III. 患者背景（加齢、閉経など）による差をどのように考えるか？／89

### 4 医療面接と身体所見で何を見るか？

三留 淳、山本裕康 92

- I. 医療面接／92
- II. 身体所見／94

### 5 ルーチン検査で何を見るか？

小岩文彦、前住忠秀 97

- I. 定義、分類／97
- II. ルーチン検査で何を見るか／98
- III. 検査結果に影響する因子／99
- IV. 検査値を評価するうえで注意すべき点／99

### 6 副甲状腺機能の評価

#### a 副甲状腺ホルモン

駒場大峰 101

- I. PTH の合成・代謝／101
- II. PTH 測定の意義／102
- III. PTH 測定法の変遷／103
- IV. PTH 測定に影響を及ぼす因子／107
- V. PTH 逆転現象と新規 N-PTH 分子／107

#### b 副甲状腺の画像診断

五嶋玲子、角田隆俊 111

- I. 超音波検査（US）の意義／111
- II. 副甲状腺超音波検査の実際／114
- III. その他の画像診断／116

### 7 骨の評価

#### a 骨の評価・総論

風間順一郎 118

- I. 脊椎動物における骨の進化と機能／118
- II. 骨代謝とその意義／118
- III. CKD-MBD と骨粗鬆症／119
- IV. 骨を評価する／120
- V. 骨を管理する／121

<b>b 骨代謝マーカー</b>	加藤 仁, 小暮裕太, 佐野達郎	122
I. 骨代謝マーカー測定の意義／122		
II. 多様化する骨代謝マーカー／123		
III. 検査値の評価／126		
IV. 透析患者における骨代謝マーカー／126		
<b>c 骨密度</b>	矢野彰三	129
I. 骨密度と生命予後／129		
II. 骨密度と骨折／130		
<b>d 骨生検</b>	松尾浩司, 風間順一郎, 伊藤明美	132
I. 骨生検の流れ／132		
II. 骨組織標本の実際／136		
<b>e 骨粗鬆症の評価と管理</b>	中島 歩	139
I. 骨粗鬆症の評価／139		
II. 腎不全患者における骨粗鬆症の管理／139		
<b>8 血管石灰化の評価</b>	藤井秀毅	143
I. 血管石灰化の病態／143		
II. 血管石灰化の評価／144		
<b>9 心病変の評価</b>	常喜信彦, 田中友里	148
I. 心病変の評価のゴールドスタンダード／148		
II. 血管石灰化と心疾患／148		
III. 血管以外の石灰化と心疾患／151		
<b>10 栄養状態の評価と食事管理</b>	濱田康弘	154
I. CKD-MBD と食事療法／154		
II. P の摂取および排泄／154		
III. ガイドラインにおける CKD-MBD に対する食事療法／155		
IV. 栄養状態の評価／158		

### 第3章 CKD-MBD の予防と治療（保存期）

<b>1 いつからどう始まるのか？（総論）</b>	中野智香子, 濱野高行, 猪阪善隆	161
I. 保存期慢性腎臓病における MBD 検査値異常／162		
II. 慢性腎臓病における FGF23 上昇機序／163		

III. 慢性腎臓病早期からの治療介入が有用な可能性／164

## 2 何をいつから評価するか？

安藤亮一 167

- I. CKD-MBD の検査値では、何をいつからみていくか／167
- II. 骨をどのようにみていくか／169
- III. 副甲状腺をどのようにみていくか／170
- IV. 血管石灰化をどのようにみていくか／170

## 3 リン負荷をどう軽減するか？

田中寿絵、深川雅史 173

- I. 保存期 CKD-MBD の病態とリン／173
- II. リン負荷に対する管理の重要性／174
- III. リン管理目標／174
- IV. 保存期 CKD 患者のリン管理方法／174

## 4 ビタミン D 欠乏と天然型ビタミン D

小泉賢洋、深川雅史 179

- I. VD の代謝経路と CKD 患者における不足／179
- II. 25(OH)D の閾値とバイオマーカーとしての意義／181
- III. 天然型ビタミン D の臨床における位置づけ／183

## 5 小児の成長障害にどう対処するか？

服部元史 188

- I. なぜ成長障害が問題なのか／188
- II. CKD に伴う成長障害の病態／188
- III. 予防と治療のポイント／188

## 第4章 CKD-MBD の予防と治療（透析期）

## 1 透析期における CKD-MBD の進行と Point-of No-Return（総論）

徳本正憲 191

- I. CKD-MBD 進行のメカニズム／191
- II. 骨の異常に対する治療と Point-of No-Return／193
- III. PTH 分泌の異常に対する治療と Point-of No-Return／194
- IV. 血管石灰化に対する治療と Point-of No-Return／195

## 2 血清 P, Ca 濃度の管理

谷口正智 198

- I. 血清 P, Ca 濃度と生命予後／199
- II. 血清 P, Ca 濃度を管理目標値に保つための「9 分割図」の活用／200

## 3 副甲状腺機能の内科的管理

溝渕正英 205

- I. 二次性副甲状腺機能亢進症の発症機序／205

- II. FGF23-FGFR-Klotho 系の副甲状腺への作用／206
- III. 二次性副甲状腺機能亢進症の評価と管理／208
- IV. 二次性副甲状腺機能亢進症治療薬の FGF23 への影響／209

#### 4 治療抵抗性の副甲状腺機能亢進症にどう対処するか 角田隆俊 213

- I. 内科的治療抵抗性の副甲状腺機能亢進症にどう対処するか／213
- II. 副甲状腺インターベンションの適応となる PTH 値／214
- III. 副甲状腺インターベンションを取り巻く環境／215

#### 5 カルシフィラキシスの病態と治療 林 松彦 218

- I. カルシフィラキシスの臨床像と鑑別診断／218
- II. カルシフィラキシスの治療／219

#### 6 透析患者の骨折 若杉三奈子 222

- I. 一般住民と比べ透析患者の大腿骨頸部骨折発症率は著しく高い／222
- II. 本当に骨密度測定は骨折リスクの予想には役立たないのだろうか？／223
- III. 骨折と透析期の CKD-MBD は関連が薄い／223
- IV. CKD-MBD から離れ、骨折に視点をおく／224

#### 7 透析条件と透析液組成は CKD-MBD の進行に影響するか？ 是枝大輔、重松 隆 226

- I. 透析時間／226
- II. 透析液組成（とくに透析液  $\text{Ca}^{2+}$  濃度中心に）／226
- III. 透析条件と透析液組成は CKD-MBD の進行に影響するか？／228

#### 8 腹膜透析患者における CKD-MBD 寺脇博之、林 義満、中山昌明 230

- I. PD 患者に関する欧州（オランダ）での検討結果／230
- II. 血清 P 濃度と MBD／231
- III. 血清および透析液 Ca 濃度と MBD／231
- IV. 本邦の PD 患者における MBD 管理の実態／232
- V. 腹膜石灰化と CKD-MBD／233

#### 9 アミロイド関連骨関節症にどう対処するか？ 山本 順一郎 236

- I. アミロイド関連骨関節症の成因／236
- II. アミロイド関連骨関節症の診断／236
- III. アミロイド関連骨関節症の対策／238

## 第5章 CKD-MBD の予防と治療（腎移植後）

### 1 腎移植後の CKD-MBD：戻る異常と戻らない異常（総論）

深川雅史、松田明子 241

- I. スタート位置はさまざま、その後もさまざま／241
- II. 腎移植直後の変化は急速である／242
- III. 戻る異常と戻らない異常／242
- IV. 移植腎機能への影響／242

### 2 腎移植後の低リン血症

河原崎宏雄 244

- I. 腎移植後血清リン値の推移／244
- II. 腎移植後 PTH、FGF23 の推移／245
- III. 腎移植後低リン血症の病態／245
- IV. 腎移植後低リン血症の対応／246

### 3 腎移植後の高カルシウム血症

中村道郎 248

- I. 腎移植後カルシウム値への影響因子／248
- II. 遷延性副甲状腺機能亢進症 (persistent hyperparathyroidism; perHPT)／249

### 4 腎移植後の骨変化とその予防

藤井直彦 253

- I. 移植後 CKD-MBD の病態と機序／253
- II. 臨床アウトカムと予防／256

## 第6章 CKD-MBD 最新の話題と問題点

### 1 ビタミンD

#### a ビタミンDの非古典的作用

庄司哲雄 259

- I. 活性型ビタミンD治療と死亡リスクの疫学／259
- II. 批判的な意見／260
- III. 血清ビタミンD濃度低値は予後不良の予測因子である／261
- IV. ビタミンDの非古典的作用／261
- V. ビタミンDによる血管石灰化抑制の可能性／261
- VI. 活性型か栄養型か／262
- VII. 診療ガイドラインにおける活性型ビタミンDの取り扱い／262
- VIII. RCTによる非古典的作用の確認／263