

Reverse-Redistribution در اسکن پرفیوژن میوکارد با ^{201}Tl

(مقاله مروری)

دکتر محمد افتخاری، دکتر رامین صادقی، دکتر ارمغان فرد اصفهانی، دکتر داود بیگی، دکتر بابک فلاّحی، دکتر محسن ساغری

مؤسسه تحقیقات پزشکی هسته ای، بیمارستان دکتر شریعتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تهران

چکیده

نمای *reverse redistribution* در اسکن پرفیوژن میوکارد به معنی کاهش اکتیویته یک ناحیه از میوکارد در مرحله استراحت نسبت به مرحله استرس است. در مورد علت و اهمیت بالینی این پدیده بحث زیادی شده است، ولی هنوز هم نظرات متفاوتی در این مورد اظهار می شود. در مورد مکانیزم این پدیده نظر غالب بر این است که خروج زودرس رادیودارو علت آن می باشد. در مورد شرایط میوکارد به خصوص زنده بودن (*viability*) هم تقریباً اتفاق نظر وجود دارد و اکثر مطالعات به زنده بودن نواحی مبتلا به *reverse redistribution* اشاره دارند، در حالیکه مطالعات مختلف در مورد پیش آگهی نواحی مبتلا به RR نظرات متفاوتی ابراز کرده اند. در این مقاله سعی شده است مطالعات مختلف در مورد پدیده *reverse redistribution* با رادیوداروی ^{201}Tl بررسی شده و در نهایت یک نتیجه گیری کلی که از نظر بالینی بتواند جهت متخصصان پزشکی هسته ای راهگشا باشد ارائه گردد.

واژه‌های کلیدی: *reverse redistribution*، اسکن پرفیوژن میوکارد، ^{201}Tl **مقدمه**

یکی از مشکلاتی که هر متخصص پزشکی هسته ای در گزارش اسکن پرفیوژن میوکارد با آن روبرو است نمای *Reverse-Redistribution (RR)* است. با وجود گذشت سالها از شروع استفاده از تالیم در اسکن پرفیوژن میوکارد، هنوز هم عقاید بسیار متفاوتی در مورد RR موجود است. در این مقاله سعی شده است تا با بررسی مقالات مختلف به یک جمع بندی نهایی در این مورد دست یابیم.

تعریف

کاهش اکتیویته در یک ناحیه از میوکارد به میزان حداقل ۱۰٪ در تصاویر استراحت نسبت به استرس مشخصه RR است (۱و۲).

به نظر می رسد اگر RR در تصاویر پس از تزریق مجدد ۳ ساعته دیده شود، نشان دهنده ضایعه شدیدتری در میوکارد نسبت به وجود آن در تصاویر ۲۴ ساعته است (۳).

بسته به نرمال یا غیر نرمال بودن ناحیه RR در تصاویر استرس، نمای RR به دو قسمت تقسیم می گردد RR-A و RR-B (۴-۶). در نوع اول ناحیه RR در تصاویر استرس نرمال است، ولی در نوع دوم کاهش برداشت رادیودارو در مرحله استرس هم دیده می شود.

نواحی RR-A نسبت به RR-B موج Q کمتر نشان میدهند و به *Revascularization* بهتر جواب می دهند. Pace و همکاران پیشنهاد کرده اند که نواحی دیس سینرژیک با نمای RR-A باید زنده تلقی شوند، درحالیکه در مورد زنده بودن نواحی RR-B باید با احتیاط برخورد کرد (۴).

تاریخچه

اولین بار RR توسط Tanasecu و همکاران در سال ۱۹۷۹ گزارش شد (۷). پس از آن Hecht و همکاران در سال ۱۹۸۱ لفظ *Reverse-Redistribution* را در مورد این پدیده به کار بردند (۸). پس از معمول شدن روش

خصوص پس از MI و بدنبال درمان ترومبولیتیک دیده می‌شود. نواحی RR در واقع دچار ضایعه ناکامل میوکارد شده‌اند و قادر به نگهداری ^{201}Tl به اندازه مناطق نرمال نیستند. به خصوص اگر رگ ترومبوزه کاملاً باز شده باشد، به علت افزایش شدید جریان خون به نواحی RR، این حالت بارزتر است (۲۷).

(۲) برداشت تأخیری و خروج تسریع شده: این مکانیزم به خصوص توجه کننده RR در تصاویر تزریق مجدد است (۲۶).

(۳) آرتفکت‌ها: عدم دقت در مراحل تصویربرداری و process اسکن پرفیوژن میوکارد می‌تواند عامل ایجاد RR باشد. به عنوان مثال RR در نواحی آپیکال و قدامی قلب می‌تواند به علت تغییر محل پستان در بین دو مرحله استرس و استراحت باشد. حتی گزارش شده است که پراکنش اکتیویته از نواحی اطراف به خصوص احشاء شکمی می‌تواند اکتیویته ناحیه تحتانی را در استراحت افزایش دهد و موجب RR در نواحی قدامی و آپیکال گردد (۲۸). Brown و همکاران و Lear و همکاران به طور جداگانه تفریق زمینه را به عنوان علت RR ذکر کرده‌اند، که البته فقط در مورد تصاویر planar صدق می‌کند (۲۹، ۳۰). به هر حال در بررسی RR حتماً باید آرتفکت‌ها را در نظر داشت و ابتدا آنها را رد کرد (۲۸).

(۴) واریاسیون طبیعی در خروج ^{201}Tl در افراد با کرونر طبیعی: Kaul و همکاران این پدیده را گزارش کرده‌اند (۱۰).

اهمیت بالینی RR در اسکن پرفیوژن میوکارد:

آیا RR نشان دهنده تنگی عروق کرونر خونرساننده است؟

اطلاعات بسیار متناقضی در این مورد ارائه شده است. Tanasescu و همکاران نشان داده‌اند که نواحی RR توسط عروق کرونر نرمال یا با تنگی خفیف خونرسانی می‌شوند (۷). Langer و همکاران و Weiss و همکاران نیز نشان داده‌اند که نمای RR پس از MI نشانه باز بودن عروق کرونر خونرساننده آن نواحی است (۱۲ و ۳۱).

از طرف دیگر Hecht و همکاران، RR را نشانه درگیری شدید عروق کرونر همان نواحی می‌دانند (۸).

تزریق مجدد در اسکن پرفیوژن میوکارد اولین بار Dilsizian و همکاران در سال ۱۹۹۲ این پدیده را شرح دادند (۹).

RR در چه مواردی دیده میشود؟

(۱) افراد با عروق کرونر نرمال (۱۰)
(۲) نواحی مبتلا به CAD مزمن: فراوانی RR در این نواحی کم است. Hecht و همکاران و Soufer و همکاران این میزان را به ترتیب ۷٪ و ۱۵٪ ذکر کرده‌اند (۸ و ۱۱).

(۳) نواحی مبتلا به MI پس از Re-perfusion: فراوانی RR در این نواحی بسیار بالا گزارش شده است. حتی Weiss و همکاران این میزان را تا حد ۷۵٪ ذکر کرده‌اند (۱۲).

(۴) سایر موارد: در مقالات مختلف و گزارش موردی‌های متعددی، RR گزارش شده است مانند: هیپرتروفی بطنی (۱۳)، کاردیومیوپاتی‌ها (سارکوئیدوز (۱۴)، شاگاس (۱۵) و ایسکمیک (۱۶))، آریتمی‌ها (WPW) (۱۷)، پل میوکاردی (۱۸)، آنژیوسن وازواسپاستیک (۱۹)، کاواساکی (۲۰)، پیوند قلب (۲۲ و ۲۱)، سندرم X (۲۳)، MI غیر ترانس مورال (۲۴) و بیماری‌های کلژن-واسکولار (۲۵).

مکانیزم ایجاد RR

در مورد مکانیزم ایجاد RR بحث فراوانی شده است و مطالعات مختلف مکانیزم‌های متفاوتی را در این مورد مطرح کرده‌اند.

Beygui و همکاران ۳ مرحله را در جذب سلولی ^{201}Tl ذکر می‌کنند: مرحله اولیه واسکولار، مرحله بینابینی (interstitial) و مرحله سلولی نهایی. اختلال در هر کدام از این مراحل موجب ایجاد نمای غیر طبیعی در اسکن می‌گردد. به طور کلی ورود ^{201}Tl به سلول نیازمند جریان خون نرمال و متابولیسم سلولی مناسب است و خروج آن بستگی به متابولیسم سلولی و تمامیت (integrity) غشاء سلولی دارد (۲۶ و ۲۸). بر این اساس مکانیزم‌های RR به صورت زیر پیشنهاد شده‌اند:

(۱) افزایش خروج ^{201}Tl ثانویه به افزایش جریان خون به ناحیه نجات یافته از انفارکتوس میوکارد: این حالت به عنوان علت اصلی RR مطرح است و به

اختلال حرکت دیواره قلب در نواحی RR پس از CABG بهبود می‌یابد (۲۷).

تمام مطالعات فوق در مورد بیمارانی بوده است که یک پروسه درمانی اعم از درمان ترومبولیتیک یا CABG بر روی آنها انجام شده است. سؤال بالینی مهم این است که آیا نمای RR در بیماران مبتلا به ایسکمی مزمن میوکارد می‌تواند نشان‌دهنده بودن باشد.

در یک مطالعه مقایسه‌ای با ^{18}F -FDG در بیماران مبتلا به ایسکمی مزمن میوکارد Marin-neto و همکاران نتیجه گرفته‌اند که حدود ۵۰٪ (۱۶ ناحیه از ۳۶ ناحیه) از نواحی RR دارای زنده بودن هستند (۱۵). در یک مطالعه بسیار دقیق توسط Soufer و همکاران نواحی RR در بیماران دچار CAD مزمن با ^{18}F -FDG و $^{13}\text{NH}_3$ مقایسه شده‌اند. کلاً ۷۲٪ (۳۶ ناحیه از ۵۰ ناحیه) از این نواحی زنده بوده‌اند. ۵۰٪ نواحی دچار اختلال حرکت دیواره و ۹۰٪ نواحی بدون اختلال حرکت زنده بودند و بنابراین وجود اختلال حرکتی در نواحی RR نشانه عدم وجود زنده بودن نیست. در همین مطالعه بیماران پی‌گیری ۱۴ ماهه شدند و ۵۰٪ افراد دارای RR دچار حادثه قلبی شدند (در همان نواحی دارای RR). در نتیجه وجود RR در اسکن پرفیوژن میوکارد باید جدی تلقی شده و هر چه سریعتر درمان شود (۱۱).

در مطالعه دیگر توسط Ohte و همکاران نواحی RR با ^{18}F -FDG-PET مقایسه شده‌اند و مؤلفان نتیجه گرفته‌اند که مصرف گلوکز در نواحی RR کاهش می‌یابد ولی نه به اندازه نواحی مبتلا به اسکار (۴۱).

RR بیانگر پیش‌آگهی خوب است یا بد؟

در این مورد هم اطلاعات ضد و نقیض فراوان است. با این وجود اکثر مطالعات نشان‌دهنده پیش‌آگهی خوب هستند (۴۶-۴۲).

De Sutter و همکاران بیان می‌دارند که وجود RR در اسکن پرفیوژن میوکارد بیماران دچار MI پس از آنژیوپلاستی نشانه پیش‌آگهی خوب در یکسال آینده است (۳۲). مطالعات متعددی نیز همین نظر را تأیید می‌کنند (۴۸-۴۷ و ۳۵ و ۳۱).

Sakata و همکاران در یک مطالعه ۵۰ بیمار را پس از انجام ترومبولیز تحت اسکن پرفیوژن میوکارد قرار

نتایج مطالعات Koliakos و همکاران و Pace و همکاران نیز با این مسأله هماهنگی داشته و RR در نواحی دارای عروق کرونر بیمار دیده شده است (۳۲ و ۶). گروه دیگری از مطالعات هیچ ارتباطی بین RR و شدت درگیری عروق کرونر نیافته‌اند. به عنوان مثال Silberstein و همکاران و Lee.J.K و همکاران نشان داده‌اند که RR می‌تواند هم در عروق کرونر بیمار و هم در عروق کرونر نرمال دیده شود (۳۴ و ۳۳).

آیا RR به معنی برقراری جریان خون ناحیه‌ای میوکارد پس از درمان ترومبولیتیک است؟

در این مورد نظرات تقریباً یکسان هستند. کلاً عقیده بر این است که نواحی RR پس از درمان ترومبولیتیک یا عروق کرونر باز دارند یا توسط عروق کلاترال به خوبی مشروب می‌شوند (۳۱ و ۶).

آیا RR به معنی وجود viability است؟

در این مورد هم اتفاق نظر وجود دارد و عقیده بر این است که در نواحی RR مخلوطی از نسج زنده و اسکار وجود دارد (۳۵ و ۱۲).

مطالعات فراوانی در مورد وضعیت نواحی RR پس از درمان ترومبولیتیک انجام شده است و تقریباً تمام آنها به نفع وجود زنده بودن در نواحی RR هستند. به عنوان مثال Touchstone و همکاران نشان داده‌اند که نواحی RR پس از درمان ترومبولیتیک بهبود قابل توجه در عملکرد سیستولی می‌یابند (۳۶). Yamagishi و همکاران در دو مطالعه جداگانه نشان داده‌اند که نواحی RR ۱ هفته الی ۲ ماه پس از MI به تدریج بهبود عملکرد پیدا می‌کنند (۳۹-۳۷).

در مطالعه دیگر Langer و همکاران نشان دادند که نواحی RR پس از مصرف نیتروگلیسرین زیرزبانی نسبت به نواحی ثابت یا دارای نقص برگشت پذیر بهبود عملکرد بیشتری پیدا می‌کنند (۳۱).

Faraggi و همکاران هم RR را نشانه زنده بودن نمی‌دانند و ۸ روز پس از درمان ترومبولیتیک را بهترین زمان برای پیش‌بینی بهبود عملکرد میوکارد در نظر گرفته است (۴۰).

در تنها مطالعه انجام شده در مورد اهمیت RR پس از CABG، Watarida و همکاران نشان داده‌اند که

نتیجه گیری نهائی

Berman و Maddahi اهمیت RR را در اسکن پرفیوژن میوکارد با ^{201}Tl به صورت زیر خلاصه کرده اند (۵۲):

- (۱) افراد با احتمال کم CAD: RR در این افراد به احتمال زیاد یک واریاسیون نرمال است یا به علت آرتفکت ها است، که مورد آخر حتماً باید در تمام موارد RR ابتدا در نظر گرفته شده و رد شود.
- (۲) در افراد مبتلا به CAD مزمن یا بدنبال درمان ترومبولیتیک اخیر: RR در این افراد نشانه وجود مخلوطی از نسج زنده و اسکار است که توسط عروق باز یا کلاترها به خوبی خونرسانی می شوند. پیش آگهی در این افراد معمولاً خوب است.
- (۳) در افرادی که RR شدید نشان می دهند استفاده از ^{18}F -FDG-PET برای تعیین احتمال حوادث عروقی آینده می تواند بسیار مفید باشد.

داده اند و نتیجه می گیرند که نواحی RR یا ثابت نسبت به نواحی برگشت پذیر میزان کمتری از MI مجدد دارند (۴۹).

مطالعاتی نیز وجود دارند که نشانه پیش آگهی بد در افرادی است که نمایی RR را در اسکن پرفیوژن میوکارد نشان می دهند. Wackers و همکاران نشان داده اند که وجود RR پس از ترومبولیز باعث افزایش بروز عوارض قلبی عروقی می شود (۵۰). همان طور که قبلاً ذکر شد وجود RR شدید که در بررسی با ^{18}F -FDG-PET شواهدزنده بودن را نشان دهد، همراه با افزایش حوادث قلبی است (۱۱). Faragasso و همکاران در یک گزارش مورد جالب دو بیمار را معرفی کرده اند که به علت درد قلبی اسکن پرفیوژن میوکارد با ^{201}Tl شده اند و نمای RR داشته اند و هر دوی آنها پس از مدتی در همان ناحیه RR دچار MI شده اند (۵۱).

منابع

- 1) Sciagra R, Pupi A, Pellegrini M, Matteini M, Santoro GM, Bisi G and Fazzini PF; Prediction of post-revascularization functional recovery of asynergic myocardium using quantitative ^{201}Tl rest-redistribution tomography: Has the reverse redistribution pattern an independent significance? Eur J Nucl Med 1998; 25(6): 594-600
- 2) Pace L, Perrone FP, Mainenti PP, Prastaro M, Cucolo A, Varrone A, Vezzuto P, Crisci T, Soricelli A, Piscione F, Chiariello M and Salvatore M; Effects of myocardial revascularization on regional ^{201}Tl uptake and systolic function in regions with reverse redistribution on tomographic ^{201}Tl imaging at rest in patients with chronic coronary artery disease. J Nucl Cardiol 1998; 5(2): 153-160
- 3) Ohte N, Hashimoto T, Iida A, Narita N and Akita S; Extent of myocardial damage in regions with reverse redistribution at 3 h and at 24 h on ^{201}Tl SPET: evaluation based on regional myocardial oxidative metabolism. Nucl Med Commun 1998; 19(11):1081-7
- 4) Pace L, Cucolo A, Marzullo P, Nicolai E, Gimelli A, De Luca N, Ricciardelli B and Salvatore M; Reverse redistribution in resting ^{201}Tl myocardial scintigraphy in chronic coronary artery disease: an index of myocardial viability. J Nucl Med 1995; 36(11):1968-73
- 5) Pace L, Cucolo A, Nicolai E, Imbriaco M, Maurea S, Nappi A, Ricciardelli B and Salvatore M; Reverse redistribution in ^{201}Tl stress-redistribution myocardial scintigraphy, Effect of rest reinjection. Clin Nucl Med 1994; 19(11):956-61
- 6) Pace L, Cucolo A, Maurea S, Nicolai E, Imbriaco M, Nappi A, Morisco C, Chiariello M, Trimarco B and Salvatore M; Reverse

- redistribution in resting 201Tl myocardial scintigraphy in patients with coronary artery disease: relation to coronary anatomy and ventricular function. *J Nucl Med* 1993; 34(10):1688-92
- 7) Tanasescu D, Berman D and Staniloff H; Apparent worsening of 201Tl myocardial defects during redistribution - what does it mean? *J Nucl Med* 1979; 20:688
 - 8) Hecht HS, Hopkins JM, Rose JG, Blumfield DE and Wong M; Reverse redistribution: worsening of 201Tl myocardial images from exercise to redistribution. *Radiology* 1981; 140:177-181
 - 9) Dilsizian V and Bonow RO; Differential uptake and apparent 201Tl washout after thallium reinjection: options regarding early redistribution imaging before reinjection and late redistribution imaging after reinjection. *Circulation* 1992; 85:1032-1038
 - 10) Kaul S, Chesler DA, Newell JB, Pohost GM, Okada RD and Boucher CA; Regional variability in the myocardial clearance of 201Tl and its importance in determining the presence or absence of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8:95-100
 - 11) Soufer R, Dey HM, Lawson AJ, Wackers FJT and Zaret BL. Relationship between reverse redistribution on planar thallium scintigraphy and regional myocardial viability: a correlative positron emission tomography study. *J Nucl Med* 1995; 36:180-187
 - 12) Weiss AT, Maddahi J, Lew AS, Shah PK, Ganz W, Swan JH and Berman DS; Reverse redistribution of 201Tl: a sign of nontransmural myocardial infarction with patency of the infarct-related coronary artery. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7:61-67
 - 13) Candell Riera J and Ortega Alcalde D; Reverse redistribution pattern of 201Tl stress test in subjects with normal coronary angiograms. *J Nucl Med* 1986; 27:1377
 - 14) Fields CL, Ossorio MA, Roy TM, Denny DM and Varga DW; 201Tl scintigraphy in the diagnosis and management of myocardial sarcoidosis. *South Med J* 1990;83:339-342
 - 15) Marin-Neto JA, Marzullo P and Marcassa C; Myocardial abnormalities in chronic Chagas' disease as detected by 201Tl scintigraphy. *Am J Cardiol* 1992;69:780-784
 - 16) Noah MS; Non-invasive evaluation of the myopathy of coronary artery disease. *Brit J Clin Pract* 1989 Jul; 43(7):249-51
 - 17) Nil T, Nakashima Y, Nomoto J, Hiroki T, Oshima F and Arakawa K; Normalization of reverse redistribution of 201Tl with procainamide pretreatment in Wolff-Parkinson-White syndrome. *Clin Cardiol* 1991; 14:269-72
 - 18) Ho YL, Wu CC, Yen RF, Hung SR, Chen MF and Huang PJ; Comparison of ischemic patterns in myocardial bridge and syndrome X: Evaluation by dobutamine stress echocardiography and stress 201Tl SPECT. *J Formos Med Assoc* 2001; 100(2): 83-88
 - 19) Nakano A, Lee JD, Shimizu H, Tsubokawa A, Uzui H, Tsuchida T, Takahashi N, Yonekura Y and Ueda T; Clinical significance of reverse redistribution on resting 201Tl imaging in patients with vasospastic angina. *Ann Nucl Med* 2001; 15(1): 65-68
 - 20) Tsai CH, Lee JK, Kao CH, Chang JS and Shih WJ; Kawasaki disease evaluated by two-dimensional echocardiogram and dipyridamole (201)Tl-chloride myocardial SPET. *Nucl Med Commun* 1997; 18(5): 412-418
 - 21) Puskas C, Kosch M, Kerber S, Jonas M,

- Weyand M, Breithardt G, Scheld HH and Schober O; Progressive heterogeneity of myocardial perfusion in heart transplant recipients detected by 201Tl myocardial SPECT. *J Nucl Med* 1997; 38(5): 760-765
- 22) Kerber S, Puschkas C, Jonas M, Janssen F, Heinemann VO, Kosch M, Deng MC, Schober O, Scheld HH and Breithardt G; Can 201Tl myocardial SPECT abnormalities in orthotopic heart recipients be explained by coronary vessel wall alterations assessed by intravascular ultrasound? *Int J Cardiol* 1996; 57(1): 91-96
- 23) Fragasso G, Rossetti E, Dosio F, Gianolli L, Pizzetti G, Cattaneo N, Fazio F and Chierchia SL; High prevalence of the 201Tl reverse redistribution phenomenon in patients with syndrome X. *Eur Heart J* 1996; 17(10): 1482-1487
- 24) Choe W, Kwan J and Kim S; Reverse redistribution: revisited with myocardial contrast echocardiography. *Ann Nucl Med* 2000 Feb; 14(1):63-70
- 25) Ishida R, Murata Y, Sawada Y, Nishioka K and Shibuya H; 201Tl myocardial SPET in patients with collagen disease. *Nucl Med Commun* 2000; 21(8): 729-734
- 26) Beygui F, Feuvre C, Maunoury C, Helft G and Metzger JF; Coronary Vasodilator Reserve: A clue to the explanation of 201Tl redistribution patterns early after successful primary stenting for acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40(5): 300-305
- 27) Watarida S, Onoe M, Sugita T, Tabata R, Katsuyama K, Nakajima Y, Nojima T, Yamamoto R, Matsuno S and Mori A; Clinical significance of Reverse Redistribution phenomenon after coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1995; 59:1528-33
- 28) Faraggi M; The continuing story of ²⁰¹Tl reverse redistribution: Reverse Redistribution is still alive, but is the myocardium still viable? *J Nucl Med* 2002;43(5):628-631
- 29) Brown KA, Benoit L, Clements JP and Wackers FJ; Fast washout of 201Tl from area of myocardial infarction: possible artifact of background subtraction, *J Nucl Med* 1981; 28:945-949
- 30) Lear JL, Raff U and Jain R. Reverse and pseudo redistribution of 201Tl in healed myocardial infarction and normal and negative 201Tl washout in ischemia due to background oversubtraction. *Am J Cardiol* 1988; 62:543-550
- 31) Langer A, Burns RJ, Freeman MR, Liu P, Morgan CD, Wilson R and Armstrong PW; Reverse redistribution on exercise thallium scintigraphy: relationship to coronary patency and ventricular function after myocardial infarction. *Can J Cardiol* 1992; 8:709-715
- 32) Koliakos G, Doumas A, Altas D and Louridas G; The clinical significance of reverse redistribution in Tl201 cardiac SPET. *Int J Cardiovasc Imag* 2001 Feb; 17(1):29-35
- 33) Silberstein EB and DeVries DF; Reverse redistribution phenomenon in 201Tl stress tests: angiographic correlation and clinical significance. *J Nucl Med* 1985; 26:707-710.
- 34) Lee JK and Kao CH; Reverse redistribution during dipyridamole 201Tl myocardial single photon emission computed tomography in coronary artery disease. *Kaohsiung J Med Sci* 1996 Nov; 12(11):630-633
- 35) Fukuzawa S, Ozawa S, Nobuyoshi M and Inagaki Y; Reverse redistribution on 201Tl SPECT images after reperfusion therapy for acute myocardial infarction: possible mechanism and prognostic implications.

- Heart Vessels 1992; 7:141-147 .
- 36) Touchstone DA, Beller GA, Nygaard TW, Watson DD, Tedesco C and Kaul S; Functional significance of predischarge exercise 201Tl findings following intravenous streptokinase therapy during acute myocardial infarction. *Am Heart J* 1988; 116:1500-1507.
- 37) Yamagishi H, Itagane H and Akioka K; Implications of delayed image on simultaneous 201Tl single-photon emission computed tomography in patients with acute myocardial infarction. *Jpn Circ J* 1993; 57:27-36.
- 38) Yamagishi H, Itagane H, Akioka K, Ohmura T, Iida H, Tahara A, Toda I, Teragaki M, Takeuchi K and Takeda T; Clinical significance of reverse redistribution on 201Tl single-photon emission computed tomography in patients with acute myocardial infarction. *Jpn Circ J* 1992; 56(11): 1095-1105
- 39) Umamoto I, Sugihara H, Harada Y, Sawada T, Matsumuro A, Matsubara K, Shiga K, Nakagawa T, Oonishi K, Nakamura T, Azuma A, Kohno Y, Katsume H, Nakagawa M and Miyao K; The clinical significance of reverse redistribution of 201Tl SPECT at rest in the 1st month after the onset of acute MI. *Kakuigaku* 1991; 28(7): 749-757
- 40) Faraggi M, Karila CD, Brochet E, Lebtahi R, Czitrom D, Feldman LJ, Assayag P, Doumit D, Steg G and Le Guludec D; Relationship between resting 201Tl reverse redistribution, microvascular perfusion, and functional recovery in acute myocardial infarction. *J Nucl Med* 2000 Mar; 41(3):393-399
- 41) Ohte N, Hashimoto T, Banno T, Narita H, Kobayashi K, Akita S and Fujinami T; Clinical significance of reverse redistribution on 24-hour delayed imaging of exercise 201Tl myocardial SPECT: comparison with myocardial fluorine-18-FDG-PET imaging and left ventricular wall motion. *J Nucl Med* 1995 Jan; 36(1):86-92
- 42) De Sutter J, Van de Wiele C, Dierckx R, Gheeraert P, De Buyzere M and Taeymans Y; Reverse redistribution on 201Tl single-photon emission tomography after primary angioplasty: a one-year follow-up study. *Eur J Nucl Med* 1999 Jun; 26(6):633-639
- 43) Sciagra R, Pupi A, Pellegrini M, Matteini M, Santoro GM, Bisi G and Fazzini PF; Prediction of post-revascularization functional recovery of asynergic myocardium using quantitative 201Tl rest-redistribution tomography: has the reverse redistribution pattern an independent significance? *Eur J Nucl Med* 1998 Jun; 25(6):594-600
- 44) Pace L, Perrone-Filardi P, Mainenti PP, Prastaro M, Cuocolo A, Varrone A, Vezzuto P, Crisci T, Soricelli A, Piscione F, Chiariello M and Salvatore M; Effects of myocardial revascularization on regional 201Tl uptake and systolic function in regions with reverse redistribution on tomographic 201Tl imaging at rest in patients with chronic coronary artery disease. *J Nucl Cardiol* 1998 Mar-Apr; 5(2):153-160
- 45) Roelants VA, Vanoverschelde JL, Vander Borghet TM and Melin JA; Reverse redistribution on exercise-redistribution (201)Tl SPECT in chronic ischemic dysfunction: predictive of functional outcome after revascularization? *J Nucl Med* 2002 May; 43(5):621-627
- 46) Hirata K, Yamagishi H, Tani T, Sakanoue Y, Akioka K, Takeuchi K, Yoshikawa J and Ochi H; Reverse redistribution of 201Tl myocardial single photon emission

- tomography and contractile reserve. *Jpn Circ J* 2000 May; 64(5):345-351
- 47) Sridhara BS, Dudzic E, Basu S, Senior R and Lahiri A; Reverse redistribution of 201Tl represents a low-risk finding in thrombolysed patients following myocardial infarction. *Eur J Nucl Med* 1994 Oct; 21(10):1094-7
- 48) Dudzic EM, Sridhara BS and Lahiri A; Reverse redistribution: fact or fiction? *Eur J Nucl Med* 1994 May; 21(5):449-53
- 49) Sakata K, Yoshida H and Ono N; Implications of delayed image on simultaneous 201Tl/technetium-99m pyrophosphate dual emission computed tomography early after acute myocardial infarction. *Jpn Circ J* 1993; 57:27-36.
- 50) Wackers FJT, Zaret BL, Chatman B, Wassermann A and Thompson B; The prognostic significance of reverse redistribution in 201Tl stress testing after thrombolytic therapy for acute infarction. *J Am Coll Cardiol* 1992; 22:100-105
- 51) Fragasso G, Chierchia SL, Pizzetti G, Dosio F and Fazio F; Reverse redistribution of 201Tl heralding the development of myocardial infarction: description of two cases. *J Nucl Biol Med* 1994 Sep; 38(3):515-7
- 52) Maddahi J and Berman DS; Reverse redistribution of 201Tl. *J Nucl Med* 1995; 36:1019-1021.