

# Powikłania i dysfunkcje po zabiegach cewnikowania tętnic wieńcowych z dostępu przez tętnicę promieniową

Complications and dysfunctions after coronary artery catheterization with radial artery access

mgr Joanna Urbańska<sup>1</sup>, dr n. med. Marek Chmielewski<sup>2</sup>,  
prof. dr hab. n. med. Marek Kuch<sup>2</sup>, dr n. med. Maciej Janiszewski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zakład Niewydolności Serca i Rehabilitacji Kardiologicznej, Katedra Kardiologii, Nadciśnienia Tętniczego i Chorób Wewnętrznych, II Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
p.o. Kierownik Zakładu: dr n. med. Maciej Janiszewski

<sup>2</sup> Katedra i Klinika Kardiologii, Nadciśnienia Tętniczego i Chorób Wewnętrznych, II Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
Kierownik Katedry i Kliniki: prof. dr hab. n. med. Marek Kuch

## WPROWADZENIE

Badania koronarograficzne oraz zabiegi przezskórnej angioplastyki naczyń wieńcowych są coraz częściej wykonywane z dostępu przez tętnicę promieniową. Do niedawna głównym dostępem był dostęp udowy, jednakże częstość powikłań miejscowych sprawia, że jego zastosowanie maleje.

## ZALETY CEWNIKOWANIA TĘTNIC WIEŃCOWYCH Z DOSTĘPU PRZEZ TĘTNICĘ PROMIENIOWĄ

W wielu badaniach dowiedziono łatwości i bezpieczeństwa nakłuwania tętnicy promieniowej, zarówno w celach diagnostycznych, jak i leczniczych. W porównaniu z dostępem udowym dostęp promieniowy jest korzystniejszy dla pacjenta, ponieważ umożliwia szybsze uruchomienie po zabiegu oraz skraca czas hospitalizacji [1]. Daje także możliwość szybszej rehabilitacji, wyklucza konieczność dłuższego leżenia z bolesnym uciskiem oraz umożliwia

łatwiejszą pielęgnację miejsca wkłucia [2]. Badania pokazują, że dostęp przez tętnicę promieniową wiąże się z mniejszą liczbą powikłań krwotocznych, zwłaszcza w zabiegach interwencyjnych, w których stosuje się intensywną terapię przeciwkrzepliwą i antyagregacyjną [3]. Dostęp promieniowy jest preferowany także u pacjentów z tętniakami aorty, z zaawansowaną miażdżycą tętnic obwodowych, z przeszczepami aortalno-dwuudowymi oraz u chorych z powikłaniami po cewnikowaniu tętnicy udowej w wywiadzie [1]. Utrudnieniem w przypadku dojścia przez tętnicę promieniową może być większa zmienność anatomiczna przebiegu tętnic w kończynach górnych [2]. Sinha i wsp. przeprowadzili badania, w których porównali bezpieczeństwo, czas zabiegu i fluoroskopii, ilość użytego kontrastu i dawkę promieniowania w zabiegach cewnikowania naczyń z dostępu promieniowego oraz z dostępu udowego. Czas zabiegu i fluoroskopii, ilość użytego kontrastu, a także liczba powikłań były znacznie niższe u pacjentów po cewnikowaniu przez tętnicę promieniową [4]. Podobne badania zostały przeprowadzone

przez Jolly'ego i wsp. Zbadano wpływ dostępu promieniowego i udowego na występowanie powikłań u pacjentów z ostrym zespołem wieńcowym poddanych angiografii wieńcowej oraz przezskórnej interwencji wieńcowej (PCI, *percutaneous coronary intervention*). Okazało się, że obydwie dostępy są bezpieczne i skuteczne, jednakże dostęp przez tętnicę promieniową wiąże się z mniejszą częstotliwością występowania miejscowych, głównie naczyniowych powikłań [3].

### POWIKŁANIA ZWIĄZANE Z DOSTĘPEM NACZYNIOWYM PRZEZ TĘTNICĘ PROMIENIOWĄ

Chociaż ryzyko występowania powikłań w cewnikowaniu tętnic wieńcowych z dostępu promieniowego nie jest duże, to wśród pacjentów zdarzają się komplikacje. Pomimo wielu zalet cewnikowanie tętnic wieńcowych z dostępu przez tętnicę promieniową wydaje się znacznie trudniejsze pod względem technicznym. Kończyna górna cechuje się większą zmiennością anatomiczną nerwów oraz naczyń krwionośnych. Tętnica promieniowa wykazuje większą podatność na skurcz u pacjentów w młodszym wieku, kobiet czy u chorych na cukrzycę. Trudności techniczne związane są również z mniejszą średnicą naczynia w porównaniu z dostępem udowym. Możliwymi powikłaniami są:

- skurcz tętnicy promieniowej
- okluzja tętnicy promieniowej
- krwawienie w miejscu nakłucia
- perforacje
- rozwarstwienie naczynia
- zespół ciasnoty przedziałów powięziowych
- tętniak rzekomy
- stan zapalny
- obrzęk
- ból [5].

West i wsp. przeprowadzili w Anglii i Walii 10-letnie badanie, w którym wzięły udział ośrodki kardiologiczne zajmujące się kardiologią interwencyjną. Każdy z nich zgłaszał liczbę cewnikowanych pacjentów w ciągu miesiąca oraz ewentualne szczegóły dotyczące komplikacji, włączając zgon. Obliczono współczynnik komplikacji dla głównych procedur diagnostycznych, a także dla każdego szpitala, który wziął udział w badaniu. Ogólna częstość powikłań wynosiła 7,4/1000, a śmiertelność – 0,7/1000. W trakcie dekady współczynnik powikłań i śmiertelności

nieco zmalął. Z badania wynika, że częstość powikłań interwencyjnych procedur diagnostycznych jest niewielka, ale jednak istotna i nie do zmniejszenia [6]. Najczęściej występującym powikłaniem po nakłuciu tętnicy promieniowej jest krwiak w okolicy przedramienia. W celu uzyskania hemostazy zakłada się opatrunek uciskowy. Nawet znacznych rozmiarów krwiaki są jednak zwykle bardziej problemem estetycznym, mijającym po kilku tygodniach.

Kolejnym dość częstym powikłaniem jest okluzja tętnicy, dotycząca ok. 5% pacjentów. Ze względu na podwójne ukrwienie ręki, tzn. z tętnicy promieniowej i tętnicy łokciowej, zwykle nie powoduje to niedokrwienia kończyny. Okluzja może jednak uniemożliwić ponowne wykorzystanie tego dostępu naczyniowego [7, 8]. Okluzja częściej dotyczy kobiet, osób starszych oraz pacjentów z cukrzycą, ponieważ zwykle cechują się oni mniejszymi rozmiarami tętnicy. Również czynności związane z procedurą zabiegu, takie jak liczba użytych cewników oraz ich rozmiar, mogą mieć wpływ na występowanie okluzji. Obecnie istnieje kilka sposobów leczenia okluzji tętnicy promieniowej. Podawanie pacjentom heparyny drobnocząsteczkowej powoduje rozwiązanie problemu u większości z nich. Innym sposobem jest uciskanie tętnicy łokciowej w celu stymulowania rekanalizacji tętnicy promieniowej [9].

Tunecz i wsp. podjęli się badań, które miały za zadanie ocenić częstość występowania okluzji tętnicy promieniowej i predyspozycji do niej. W badaniach wzięło udział 106 pacjentów poddanych koronarografii lub przezskórnej interwencji wieńcowej z dostępu promieniowego. W 3. godzinie po zabiegu zbadano palpacyjnie tętnicę promieniową, a w 24. – wykonano USG metodą Dopplera. Zarejestrowano także czas trwania fluoroskopii, powodzenie zabiegu oraz ewentualne powikłania związane z tętnicą promieniową. Okluzję tętnicy promieniowej zarejestrowano u 10 pacjentów (8 kobiet i 2 mężczyzn) i zauważono istotną statystycznie różnicę w częstości występowania tego zjawiska u kobiet i u mężczyzn. Pozostałe parametry nie wykazały istotnej korelacji z okluzją tętnicy promieniowej. Badania pokazują, że dostęp promieniowy powinien być stosowany rutynowo [10]. Sciahbasi i wsp. przeprowadzili badania, w których oceniali siłę ręki u pacjentów z długo utrzymującą się okluzją tętnicy promieniowej po przebytej przezskórnej interwencji wieńcowej. Pacjentów podzielono na 2 grupy: do pierwszej należały osoby z drożną tętnicą promieniową, a do drugiej – pa-

cjenci z okluzją tętnicy. Pomiar siły ręki wykonano przed zabiegiem oraz dzień po nim. Wartości siły ręki po zabiegu były niższe niż wartości wyjściowe, jednakże różnice między grupami nie były istotne statystycznie [11].

Skurcz tętnicy promieniowej również należy do częstych powikłań cewnikowania naczyń z dostępu promieniowego. Może on wynikać z tego, iż tętnica promieniowa jest bogato unerwiona przez  $\alpha_1$ -adrenoreceptory. W zapobieganiu skurczowi tętnicy ważne są edukacja pacjenta oraz wygodna pozycja ramienia w trakcie zabiegu, która zmniejszy niepokój oraz poczucie dyskomfortu. Duże znaczenie ma także używanie do zabiegu cewników o odpowiednio dobranym rozmiarze [9].

### **WPLYW CEWNIKOWANIA TĘTNIC WIEŃCOWYCH Z DOSTĘPU PRZEZ TĘTNICĘ PROMIENIOWĄ NA FUNKCJONOWANIE KOŃCZYNY GÓRNEJ**

Niewiele wiadomo na temat komplikacji po zabiegach cewnikowania tętnic wieńcowych z dostępu promieniowego w obrębie funkcjonowania kończyny górnej, jednakże kilku badaczy podjęło się już analizy tego problemu. Zwaan i wsp. przeprowadzili badanie mające na celu podsumowanie obecnej wiedzy na temat komplikacji po cewnikowaniu w postaci dysfunkcji kończyny górnej. Dokonano przeglądu piśmiennictwa, zapoznania się z badaniami klinicznymi, w których oceniano częstość powikłań w obrębie kończyny górnej po zabiegach przezskórnej interwencji wieńcowej oraz angiografii wieńcowej. W badaniach, które wykorzystano do analizy, brano pod uwagę dysfunkcje kończyny górnej, takie jak: zmniejszenie siły mięśniowej, zaburzenia czucia i koordynacji oraz zmniejszenie aktywnego zakresu ruchomości stwierdzone za pomocą wywiadu i badania fizykalnego. Ponadto badano występowanie niedokrwienia w obrębie kończyny górnej, dolegliwości bólowe, okluzję tętnicy promieniowej, krwaki oraz obrzęk. Większość badań pokazuje, że duża część pacjentów nie skarży się na zaburzenia czucia w obrębie kończyny, zmniejszenie siły czy zakresu ruchomości. Było jednak kilka pozycji, w których u pacjentów występowały przejściowe parestezje, zaburzenia czucia w obrębie ręki lub samych palców, a nawet przykurcz Volkmana. Autorzy stwierdzają, że częstość występowania dysfunkcji kończyn górnych po zabiegach PCI i koronarografii jest badana stosunkowo rzadko, dlatego też trudno szacować, jak często w rzeczywistości takie powikłania występują. Zauważają realną potrzebę

kontynuowania badań w tym zakresie, tak aby udoskonalać leczenie zaburzeń funkcjonowania kończyny górnej poddanej cewnikowaniu z dostępu promieniowego [12]. Rzadkim, ale możliwym powikłaniem po cewnikowaniu naczyń z dostępu przez tętnicę promieniową jest zespół ciasnoty przedziałów powięziowych. Należy go podejrzewać w momencie utrzymywania się bólu i obrzęku przedramienia po zabiegu. Ważne jest jak najwcześniejsze jego rozpoznanie, ponieważ nieleczone prowadzi do niedokrwienia ręki oraz upośledzenia jej funkcji. Araki i wsp. opisali przypadek wystąpienia zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych, związany ze skurczem tętnicy promieniowej, który doprowadził do niedokrwienia mięśni ręki i przedramienia [13]. Zapobieganie obejmuje wczesne podejmowanie leczenia krwaków przedramienia, układanie kończyny górnej w elewacji, a także ciągłe monitorowanie zgłaszanych przez pacjenta objawów, takich jak ból i obrzęk [14].

Pierwsze badania, które oceniały wpływ cewnikowania przez tętnicę promieniową na funkcjonowanie kończyny górnej, przeprowadzili van Leeuwen i wsp. Zbadano 338 pacjentów poddanych cewnikowaniu (85% z dostępu promieniowego, 15% z dostępu udowego). Do oceny funkcjonowania kończyny górnej posłużono się skróconą wersją kwestionariusza DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*) oraz CISS (*Cold Intolerance Symptom Severity*). Obydwa kwestionariusze zostały wypełnione przed cewnikowaniem i po 30 dniach od jego przeprowadzenia. Badania pokazały, że funkcja kończyny górnej nie różniła się istotnie pomiędzy grupami, a pacjenci nie zgłaszali niepokojących objawów. Chociaż badania te sugerują, że funkcja kończyny górnej po cewnikowaniu z dostępu promieniowego nie ulega pogorszeniu, warto zwrócić uwagę, że obydwie grupy pacjentów różniły się znacznie pod względem wielkości próbki. Ponadto funkcję kończyny górnej zmierzono za pomocą kwestionariusza. Być może bardziej wiarygodne wyniki uzyskano by przy użyciu i kwestionariusza, i obiektywnego pomiaru motoryki oraz sensoryki ręki [14].

### **REHABILITACJA KARDIOLOGICZNA**

Wiele wiadomo na temat korzyści, jakie niesie za sobą rehabilitacja kardiologiczna. Powoduje ona zmniejszenie śmiertelności o 20–30% wśród pacjentów z chorobą wieńcową, szczególnie po zawale mięśnia sercowego. Jej działanie przejawia się w poprawie parametrów fizjolo-

gicznych, np. w obniżeniu ciśnienia, normalizacji lipidogramu, ale także psychologicznych, ponieważ korzystnie wpływa na nastrój, samopoczucie, a zajęcia w grupie dają poczucie wsparcia. Jednakże wciąż liczba pacjentów korzystających z rehabilitacji kardiologicznej nie jest zadowalająca. W rozwiniętym kraju, jakim są Stany Zjednoczone, ich odsetek to zaledwie ok. 25% [15]. Liczba publikacji na temat rehabilitacji chorych po PCI i jej wpływu na śmiertelność oraz ograniczenie ryzyka powikłań wciąż nie jest zbyt duża. Pomimo tego wytyczne postępowania po zabiegu takową rehabilitację zalecają.

Goel i wsp. przeprowadzili badania na temat efektów rehabilitacji kardiologicznej u pacjentów po przebytej przeszłonej interwencji wieńcowej. W badaniu wzięło udział 2395 osób, które w latach 1994–2008 uczestniczyły w rehabilitacji kardiologicznej po przebyciu PCI. Zaobserwowano korelację między rehabilitacją kardiologiczną a niższym wskaźnikiem śmiertelności wśród pacjentów. Stwierdzono zmniejszenie śmiertelności nawet o 45–47% u chorych, którzy uczestniczyli w rehabilitacji, w porównaniu z tymi, którzy nie brali w niej udziału [15]. Lee i wsp. w swoich badaniach ocenili wpływ ćwiczeń domowych na wydolność i jakość życia pacjentów po przeszłonej interwencji wieńcowej. Grupę kontrolną stanowili pacjenci po PCI poddani rutynowemu postępowaniu po zabiegu, a grupę badaną – chorzy po PCI, którzy wykonywali ćwiczenia w domu. Pacjenci z grupy badanej zostali wyposażeni w bezprzewodowe urządzenie przyczepiane do klatki piersiowej, które monitorowało czynność mięśnia sercowego za pomocą elektrokardiogramu. Raz w tygodniu wykonywano telefon do pacjenta w celu konsultacji i ustalenia intensywności ćwiczeń. Zdolność wysiłkowa oraz jakość życia były oceniane na początku badania i po 12 tygodniach. Okazało się, że kontrolowane wykonywanie ćwiczeń w domu przyczyniło się do poprawy wydolności oraz jakości życia pacjentów po PCI w porównaniu z chorymi poddanymi opiece konwencjonalnej [16].

Yu i wsp. również wykonali przegląd licznych badań na temat skuteczności ćwiczeń u pacjentów po PCI we wtórnej prewencji choroby wieńcowej. Istnieją liczne dowody na efektywność połączenia leczenia interwencyjnego (PCI) z ćwiczeniami fizycznymi w porównaniu ze stosowaniem jedynie leczenia interwencyjnego. Rehabilitacja powinna być integralną częścią postępowania w podejmowaniu leczenia pacjentów po PCI [17].

Yang i wsp. przeprowadzili metaanalizę prac oceniających efekt rehabilitacji u pacjentów z chorobą wieńcową po przebyciu PCI. Badanie wykazało, że ćwiczenia nie były wyraźnie związane z redukcją zgonu sercowego, nawrotem zawału serca czy powtórą rewaskularyzacją, ale okazuje się, że poprawiają one także stan pacjentów z dławicą piersiową, zwiększając tolerancję wysiłku, dzięki czemu poprawiają także jakość ich życia [18]. Ok. 60% hospitalizowanych z ostrym zespołem wieńcowym zmagają się z łagodną postacią depresji, a ok. 30% pacjentów jest poddawanych rewaskularyzacji.

Pourafkari i wsp. podjęli się zbadania wpływu rehabilitacji kardiologicznej na stan psychiczny pacjentów po rewaskularyzacji serca. 120 pacjentów po PCI oraz pomostowaniu aortalno-wieńcowym (CABG, *coronary artery bypass grafting*) zostało włączonych do 8-tygodniowego programu rehabilitacji. Ich nastrój został oceniony przed przystąpieniem do programu oraz po jego zakończeniu. Zwracano uwagę na ocenę poziomu lęku, depresji, paniki czy problemy z adaptacją. Wyniki pokazują, że udział w rehabilitacji zredukował objawy depresyjne z 28,3% do 10,8%, a trudności z adaptacją – z 30,0% do 10,9%. Analiza wyników wyraźnie wskazuje na pozytywny wpływ rehabilitacji kardiologicznej na stan psychiczny pacjentów [19].

## PODSUMOWANIE

Zabiegi interwencyjne z dostępu przez tętnicę promieniową niosą za sobą niewielkie ryzyko powikłań. Należy jednak, biorąc pod uwagę ich potencjalne wystąpienie, dążyć do udoskonalenia metody oraz sposobów ich leczenia. Dostęp promieniowy staje się obecnie złotym standardem w kardiologii interwencyjnej, dlatego też ważne jest, aby mieć świadomość związanych z nim powikłań oraz znać metody profilaktyki, leczenia i rehabilitacji, jeśli po zabiegu wystąpią komplikacje. Istotne są wczesna identyfikacja powikłań i szybkie podejmowanie działań. Wnikliwe obserwowanie objawów, takich jak: ból, drętwienie czy tworzenie się krwiaka podczas zabiegu i w okresie pozabiegowym, jest konieczne w zapobieganiu niedokrwienia ręki. Warto zwrócić także uwagę na korzystny wpływ rehabilitacji kardiologicznej, która u pacjentów po zabiegach angioplastyki naczyń wieńcowych może zmniejszyć ryzyko powikłań lub też poprawić jakość życia wtedy, gdy wystąpią. Metoda ta cechuje się korzystnym stosunkiem koszty–efektywność.

Wkład autorów/Authors' contributions:  
Urbańska J.: 60%; Kuch M.: 20%; Chmielewski M.: 15%;  
Janiszewski M.: 5%.  
Konflikt interesów/Conflict of interests:  
Nie występuje.  
Finansowanie/Financial support:  
Nie występuje.  
Etyka/Ethics:  
Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami  
Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami UE oraz ujednoliconymi  
wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

## ADRES DO KORESPONDENCJI

**mgr Joanna Urbańska**  
Zakład Niewydolności Serca i Rehabilitacji Kardiologicznej,  
Mazowiecki Szpital Bródnowski  
03-242 Warszawa, ul. Kondratowicza 8  
e-mail: j.urbanska92@gmail.com

## STRESZCZENIE

Zabiegi angioplastyki tętnic wieńcowych coraz częściej są wykonywane z dostępu przez tętnicę promieniową. W porównaniu z dostępem udowym dostęp promieniowy charakteryzuje się mniejszą liczbą powikłań oraz pozwala na skrócenie czasu hospitalizacji pacjenta. Niemniej jednak powikłania po cewnikowaniu tętnic wieńcowych przez tętnicę promieniową również się zdarzają. Zwykle są to krwiaki w miejscu nakłucia tętnicy, rzadziej zdarza się nasilona dysfunkcja w obrębie kończyny górnej wynikająca z bólu lub parestezji. Do rzadkich powikłań należą osłabienie lub utrata tętna na tętnicy promieniowej po zabiegu. W dalszym ciągu brakuje badań na temat powikłań w funkcjonowaniu kończyny górnej po zabiegu i sposobów radzenia sobie z nimi. Zdaniem wielu specjalistów rehabilitacja kardiologiczna po zabiegach angioplastyki naczyń wieńcowych powinna stanowić integralny element postępowania.

**Słowa kluczowe:** angioplastyka tętnic wieńcowych, dostęp promieniowy, powikłania po cewnikowaniu tętnic wieńcowych, rehabilitacja kardiologiczna

## ABSTRACT

Coronary artery angioplasty is increasingly being performed by radial artery access. Compared to femoral access, radial access is characterized by less number of complications and it can reduce the patient's hospitalization time. However, complications after catheterization of coronary arteries by radial artery also happen. Usually these are hematoma at the site of the artery puncture, less often happens severe dysfunction of the upper limb due to pain or paresthesia. Rare complications include weakness or loss of pulse on the radial artery after surgery. There is still a lack of research on complications in the functioning of the upper limb after surgery and how to cope with it. According to many specialists cardiological rehabilitation after angioplasty of coronary vessels should be an integral part of the proceedings.

**Key words:** angioplasty of coronary arteries, radial access, complications after catheterization of coronary arteries, cardiac rehabilitation

## Piśmiennictwo:

1. Roik M., Pawlak M.: Dostęp przez tętnicę promieniową w angiografii tętnic wieńcowych i PCI – czy to już standard? *Kardiologia po Dyplomie* 2010; 9(3): 56-62.
2. Gralak-Lachowska D., Lewandowski P.: Dostępy naczyniowe w kardiologii inwazyjnej. *Postępy Nauk Medycznych* 2015; 28(11B): 74-78.
3. Jolly S.S., Yusuf S., Cairns J. et al.: Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet* 2011; 307: 1409-1420.
4. Sinha S.K., Mishra V., Afdaali N. et al.: Coronary Angiography Safety between Transradial and Transfemoral Access. *Cardiol. Res. Pract.* 2016. DOI: 10.1155/2016/4013843.
5. Hassel J., Piek J.J.: Upper-extremity dysfunction following transradial percutaneous procedures: an overlooked and disregarded complication? *Neth. Heart J.* 2015; 23: 510-513.
6. West R., Ellis G., Brooks N.: Complications of diagnostic cardiac catheterisation: results from a confidential inquiry into cardiac catheter complications. *Heart* 2006; 92: 810-814.

7. Rademakers L.M., Laarman G.J.: *Critical hand ischaemia after transradial cardiac catheterisation: an uncommon complication of a common procedure.* *Neth. Heart J.* 2012; 20: 372-375. DOI 10.1007/s12471-012-0276-8.
8. Tylkowski M., Kośmider M.: *Znaczenie wykorzystania dostępu przez tętnicę promieniową w leczeniu metodą angioplastyki pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi.* *Kardiologia Oparta na Faktach* 2010; 1: 51-56.
9. Shroff A., Siddiqui S., Burg A., Singla I.: *Identification and Management of Complications of Transradial Procedures.* *Curr. Cardiol. Rep.* 2013; 15: 350.
10. Tuncez A., Kaya Z., Aras D. et al.: *Incidence and Predictors of Radial Artery Occlusion Associated Transradial Catheterization.* *Int. J. Med. Sci.* 2013; 10: 1715-1719.
11. Sciahbasi A., Rigattieri S., Sarandrea A. et al.: *Radial Artery Occlusion and Hand Strength After Percutaneous Coronary Procedures: Results of the HANGAR Study.* *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2016; 87: 868-874.
12. Zwaan E.M., Koopman A.G., Holtzer C.A. et al.: *Revealing the impact of local access-site complications and upper extremity dysfunction post transradial percutaneous coronary procedures.* *Neth. Heart J.* 2015; 23: 514-524.
13. Araki T., Itaya H., Yamamoto M.: *Acute compartment syndrome of the forearm that occurred after transradial intervention and was not caused by bleeding or hematoma formation.* *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 75: 362-365.
14. van Leeuwen M.A., van Mieghem N.M., Lenzen M.J. et al.: *The effect of transradial coronary catheterization on upper limb function.* *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8(4): 515-523. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.10.025.
15. Goel K., Lennon R.J., Tilbury R.T. et al.: *Impact of Cardiac Rehabilitation on Mortality and Cardiovascular Events After Percutaneous Coronary Intervention in the Community.* *Circulation* 2011; 2344-2352.
16. Lee Y.H., Hur S.H., Sohn J. et al.: *Impact of Home-Based Exercise Training with Wireless Monitoring on Patients with Acute Coronary Syndrome Undergoing Percutaneous Coronary Intervention.* *J. Korean Med. Sci.* 2013; 28: 564-568.
17. Yu R.X., Muller-Riemenschneider F.: *Effectiveness of exercise after PCI in the secondary prevention of coronary heart disease: A systematic review.* *Eur. J. Integr. Med.* 2011; 3: e63-e69.
18. Yang X., Li Y., Ren X. et al.: *Effects of exercise-based cardiac rehabilitation in patients after percutaneous coronary intervention: A meta-analysis of randomized controlled trials.* *Sci. Rep.* 2016; 7: 44789. DOI: 10.1038/srep44789.
19. Pourafkari L., Ghaffari S., Shahamfar J. et al.: *The psychological effects of cardiac rehabilitation after coronary revascularization.* *Turk. Kardiyol. Dern. Ars.* 2016; 44(3): 228-236.