EKG artefakti u urgentnoj medicini

Sažetak:

Uzelac M. Bojana

Gradski zavod za Hitnu medicinsku
pomoć Beograd

Artefakti su tehničke greške na elektrokardiogramu (EKG-u), koje mogu biti prisutne u svim odvodima, u nekoliko njih, ili u samo jednom odvodu. Mogu biti suptilni i ne ometati bitno interpretaciju, ali i toliko izraženi da učine EKG zapis potpuno neupotrebljivim, što može dovesti do odlaganja dijagnoze i pravovremene terapije. Potpuno suprotno, artefakti na EKG-u mogu biti pogrešno protumačeni i pacijenta izložiti nepotrebnim ili rizičnim terapijskim procedurama.

EKG artefakti se dele na one koji su poreklom iz spoljne sredine i na one koje vode poreklo od tela pacijenta.

Prva grupa može biti uzrokovana elektromagnetnom interferencijom (sa naizmeničnom strujom iz električnih instalacija; električnim uređajima u/na pacijentu svetlom), ili malfunkcijom kablova ili/ i elektroda (oštećeni kablovi i elektrode, njihovo pomeranje prilikom transporta, pogrešno povezani odvođi, „offset“ signali, odlepljene elektrode, nedovoljno gela ili neodgovarajući filteri).

U drugu grupu spadaju artefakti poreklom iz mišića, kože i adneksa. Mišići su čest izvor artefakata, bilo da se radi o voljnim, ili nevoljnim pokretima. Koža i adneksa mogu biti dvojaki izvor EKG artefakata: loš kontakt sa elektrodom, ili samo rastezanje epidermisa koje generiše stvaranje električnog potencijala (okretanje pacijenta u krevetu, npr.). Opisan je i redak artefakt izazvan pulsacijama radijalne arterije neposredno ispod elektroda, tzv. elektromehanička asocijacija.

Artefakti mogu imati različite prezentacije na EKG-u. Linija EKG zapisa može biti: debela, nepravilna, prekinuta, „šetajuća“, ili (pseudo) izoelektrična. Artefakti mogu imitirati bilo koji talas ili zubac na EKG-u; ekstrasistole; tahikardije uskih ili širokih kompleksa; produženje QT intervala; elevacije/depresije ST segmenta, ili promene T talasa. Načini njihovog uklanjanja se odnose na manipulacije sa pacijentom, pomoćnom opremom, ili samim EKG aparatom.

Ključne reči: elektrokardiogram, artefakti, urgentna kardiologija, urgentna

Uvod

Elektrokardiografski (EKG) artefakti se definišu kao abnormalnosti na EKG-u koje nemaju poreklo od električne aktivnosti srca[1].

Sam EKG zapis nastaje od električnog potencijala kardiomiocita, koji beleži elektroda na koži pacijenta. Obzirom da je taj signal male amplitude, on biva povećan od strane posebnog dela EKG aparata („amplifier“). Nakon toga signal prolazi kroz EKG filtere, a potom se konvertuje u digitalni zapis. Ometanje bilo kog od ovih koraka u prenošenju signala, njegovog procesuiranja i analiziranja, može da dovede do nastanka artefakata [1].

EKG artefakti se dele na one koji su poreklom iz spoljne sredine (nefiziološke) i na one koji su od tela pacijenta (fiziološke)[2].

Prepoznavanje artefakata predstavlja važan deo EKG dijagnostike, naročito u urgentnoj medicini, koja zahteva brzo donošenje odluka, ali i sigurnost.

Nefiziološki artefakti

Ova vrsta artefakata može biti uzrokovana elektromagnetnom interferencijom (sa naizmeničnom strujom iz električnih instalacija; elektronskim uređajima u/na pacijentu; svetlom), ili malfunkcijom kablova ili/i elektroda: oštećeni kablovi i elektrode, njihovo pomeranje prilikom transporta, pogrešno povezani odvođi, „offset“ signali, odlepljene elektrode, nedovoljno gela ili neodgovarajući filteri [3].

(slika 1).

Slika 1. EKG monitoring registruje pseudo-VT usled sušenja gela na elektrodama i gubitka kontakta sa kožom. II odvod je pošteđen od artefakta

Picture 1: ECG monitoring records a pseudo-VT caused by drying of the gel and losing skin contact; lead II remained intact

Slika 2. Usled „60Hz interferencije“ ravna linija asistolije se prezentuje slično ventrikularnoj fibrilaciji

Picture 2: Due to 60 Hz interference straight line of asystole is presented similar to ventricular fibrillation

Najčešći EKG artefakt iz ove grupe je tzv. „60Hz interferencija“ usled mešanja sa naizmeničnom strujom iz utičnica, svetala i razne druge elektronske opreme u prostoriji (slika 2). Ona je uglavnom filtrirana od strane EKG mašine, a prikazuje se kao debela, nejasna osnovna linija[3].

Velika pažnja je posvećena izučavanju artefakata poreklom od uređaja i opreme koji se koriste u terapiji i dijagnostici pacijenata[3-11].

Opisani su artefakti povezani sa visokofrekventnom (4-15Hz) oscilatornom ventilacijom, koja dovodi do pomeranja kože/elektrode[4].

Ako je oprema koja se koristi (infuzione pumpe, kontrolori intenziteta svetla na fiberoptičkom bronhoskopu) neispravna, može doći do curenja (eng. „leakage“) električne struje i njenog prolaska kroz telo pacijenta, što pored manje ili veće nezgode, može dovesti i do nastanka artefakata[3,7]. Artefakti nastaju i pri lošem uzemljenju opreme, usled spajanja električnih kapaciteta (aparati za zagrevanje infuzija sa plastičnim pakovanjem infuzije, npr.)[5,6].

Brojni uređaji koji se koriste kao spoljašnji elektrostimulatori mogu da uzrokuju pojavu EKG artefakata: transkutani električni stimulator nerava (TENS), uređaj za izazivanje somatosenzornih evociranih potencijala (SSEP), stimulator perifernih nerava, itd. Slično njima i implantirani elektrostimulatori mogu da izazovu EKG artefakte (duboki moždani stimulator za uznepredovalu Parkinsonovu bolest (slika 3),

stimulatori kičmene moždine za terapiju hroničnog bola, npr.). Ovi artefakti se često manifestuju kao pseudo-supraventrikularne tahikardije [3,10,12].

Slika 3. Artefakti kod pacijenta sa dubokim moždanim simulatorom imitiraju supraventrikularnu tahikardiju

Picture 3: Artefacts in patient with deep brain stimulator mimic supraventricular tachycardia

Posebna vrsta artefakata nastaje usled elektrostatičkih i pijezelektričnih (nastajanje električnog naboja mehaničkom deformacijom polimernih materijala) fenomena[3].

Ovi artefakti se viđaju pri monitoringu tokom operacije kardiopulmonalnog bajpasa[3,9], prilikom upotrebe infuzionih pumpi ili setova za zagrevanje krvi/infuzije, kod pacijenata na dijalizi (slika 4).

Slika 4. Artefakti usled pijezelektričnog i statičkog elektriciteta kod pacijenta na dijalizi imitiraju atrijski fluter

Picture 4: Artefacts due to piezoelectric and static electricity in a patient on hemodialysis mimic atrial flutter

Takvi artefakti mogu imitirati razne aritmije, između ostalih atrijski fluter i fibrilaciju[3].

U uzroke nefizioloških EKG artefakata spadaju i malfunkcija kablova, elektroda, nedovoljno gela, prekinute žice i gubitak konekcije elektrode sa kožom[13].

Artefakti indukovani „offset“ potencijalom, dešavaju se kad skladištena potencijalna energija u EKG kablovima sprečava normalan tok signala. Ovaj tip inetrferencije je danas elimisan postavljanjem srebrohlorida na elektrode što sprečava akumulaciju bilo kakve energije[2].

Elektromagnetna i radiofrekventna interferencija iz okruženja može da rezultuje EKG artefaktima, što se viđa pri upotrebi mobilnih telefona, voki-tokija, pejdžera, ili elektroautera pri operacijama. Oni imaju izgled niskovoltaznih, brzih i oštih spajkova [13] (slika 5).

Slika 5. Elektromagnetna interferencija sa mobilnim telefonom udaljenim manje od 25cm od pacijenta

Picture 5: Electromagnetic interference from a mobile phone near the patient (distance of 25cm or less)

U urgentnim situacijama neretko se dešava da se elektrode za monitoring stavljaju preko EKG elektroda ili vice versa, što može dovesti do nastanka distorzije ST segmenta, koja imitira infarkt miokarda sa ST elevacijom (STEMI). Ovo je malo poznato većini praktičara, a može imati ozbiljne posledice, ako se ne prepozna da je reč o artefaktima. Ovakvo postavljanje elektroda može indukovati već pomenutu elektromagnetnu interferenciju ova dva uređaja, sa nastankom pseudo-aritmija[13].

Fiziološki artefakti

U ovu grupu spadaju artefakti poreklom iz mišića, kože i adneksa pacijenta. Mišići su čest izvor artefakata (slika 6) bilo da se radi o voljnim pokretima (pomeranje, pričanje sa lekarom) ili nevoljnim (tremor, drhtanje).

Slika 6. Drhtanje pothladene pacijentkinje imitira supraventrikularnu tahikardiju (artefakti crvene strelice, QRS kompleksi plave)

Picture 6: Shivering of a chilled patient mimics supraventricular tachycardia (red arrows artefacts, blue arrows QRS complex)

Elektrofiziološki, svaka mišićna kontrakcija se započinje sa tokom jona koji imaju električni naboj [2]. Taj električni tok se naziva elektromiografski signal i može biti registrovan na EKG-u kao uski, brzi šiljci simultano sa mišićnim kontrakcijama. Isto tako, može imitirati atrijalni flater ili ventrikularnu tahikardiju[2]. Većina ovih artefakata je filtrirana modernim EKG aparatima.

Koža i adneksa mogu biti dvojaki izvor EKG artefakata: loš kontakt sa elektrodom (suva koža, previše dlakav grudni koš npr.) ili stvaranje električnog potencijala samim rastezanjem epidermisa (okretanje pacijenta u krevetu, npr.), što je i primarni uzrok svih artefakata povezanih sa pokretom[2,12]. To dovodi do različitih vrsta artefakata na EKG-u koji podsećaju na prave P, QRS i T talase, kao i do „šetanja“ linije EKG zapisa (slika 7).

Slika 7. „Šetanje“ linije EKG zapisa usled pomeranja pacijenta

Picture 7: Wandering line on ECG recording caused by patient's movement

Dodatni problem je što ova vrsta artefakta ne može biti filtrirana i mora se prevenirati mirovanjem pacijenta tokom snimanja EKG-a.

Osim ovih, opisan je i redak artefakt izazvan pulsacijama radijalne arterije neposredno ispod elektroda, tzv. elektromehanička asocijacija. Manifestuje se bizarnim promenama T talasa i ST segmenta, koje nekada mogu da imitiraju akutni koronarni sindrom[14].

Slika 8. Elektromehanička asocijacija sa T/ST promenama u infero-lateralnim odvodima. Nakon 4 otkucaja promene se gube što sugeriše da je reč o artefaktu

Picture 8: Electromechanical association with T-ST changes in inferolateral leads. After 4 beats the changes disappear, which suggests that it is an artefact

U artefakte u širem smislu, možemo svrstati i pogrešno postavljene elektrode. Najčešće greške su zamena mesta elektrodama sa ekstremiteta, previsoko postavljene prekordijalne elektrode V1-V2 (slika 9) i izmeštene V4-V6 elektrode kod gojaznih ili žena sa velikim grudima[15].

Slika 9. Previsoko postavljene elektrode V1-V2 manifestuju se elevacijom ST segmenta, koja se gubi stavljanjem elektroda na pravilno mesto

Picture 9: High placement of V1 and V2 electrodes produces ST elevation which disappears after correction

EKG aparat može da napravi grešku pri određivanju frekvence srca kada su T talasi toliko visoki da ih pogrešno prepoznaje kao R zupce i zato računa frekvencu duplo. Ta greška se naziva Litmanov znak (slika 10) i veoma je sugestivna za hiperkalemiju [16,17].

Slika10.Littmann-ov znak

Picture 10: Littmann's sign

I drugi elektroliti disbalansi mogu u toj meri da izmene osnovne elemente EKG-a, da dovode do pogrešnog računanja od strane EKG mašine. Tipičan primer je izražena hipokalijemija, gde zbog velikih U talasa, mašina određuje QU interval, umesto QT intervala. U talasi mogu biti tako ekstremni da se superponiraju sa R talasom, što mašina očitava kao atrijalnu hipertrofiju[18].

EKG pravila

Najvažnije pravilo vezano za EKG artefakte je: „Tretiraj pacijenta, a ne EKG!“ Nalaz nekada može da liči naventrikularnu tahikardiju, ili ventrikularnu fibrilaciju (VT/VF), ali ako je pacijent svestan i asimptomatičan, naravno da se ne radi o malignom poremećaju ritma. Međutim, zbog vremenskog ograničenja u urgentnim stanjima, prepoznavanje ovih artefakatabiti je otežano.

Na pseudo-VT ukazuje tzv. „sinusni znak“, a to je nalaz jednog od odvoda (najčešće nekog osnovnog) bez artefakata, sa sinusnim ritmom. Pored toga treba tražiti „spike sign“- šiljke originalno uskih QRS kompleksa između širokih talasa i „notch sign“- ureze koji se preklapaju sa širokim QRS kompleksima i vremenski poklapaju sa prethodnim R - R intervalima (slika 11).

Slika 11. EKG visoko-febrilnog, 85-godišnjeg pacijenta sa drhtanjem i groznicom. Naizgled se radi o polimorfnoj VT, ali postoje nalazi protiv: u II odvodu su prisutni jasni uski QRS kompleksi; „spike sign“ obeležen crvenim strelicama i „notch sign“ zaokružen

Picture 11: ECG recording of an 85year old patient shivering with fever. It seems like polymorphic VT but there are signs that speak against it. Clear narrow QRS complexes in D2, spike signs marked with red arrows and notch signs rounded

Sledeća pravila u vezi sa artefaktima (naročito se odnosi na urgentna stanja) uzimaju u obzir trenutak snimanja EKG zapisa. Da li se pacijent pomerao ili pričao; da li je bio uznemiren, dispnoičan, pothlađen; da li je snimano u sanitetu tokom transporta, tokom KPR-a ili neke druge manipulacije sa pacijentom (slika 12). Zato, kada niste sigurni da li su EKG promene samo artefakti, ili stvarni nalaz - ponovite EKG!

Slika 12. KPR u toku: EKG nakon DC šoka liči na tahikardiju veoma širokih kompleksa, ali se ustvari radi o artefaktima usled kompresija grudnog koša.

Picture 12: CPR in progress; ECG after DC shock looks like wide complex tachycardia but it is actually artefact caused by chest compressions

Ranije je bila praksa da se u KPR-u koriste elektrode tipa tradicionalne metalne pedale sa plastičnim izolovanim dršakama. Međutim, mnogo manje atrefakata i kvalitetniji EKG zapis daju samolepljive elektrode[19]. Ta preporuka stoji i u novim vodičima [20].

U prepoznavanju EKG artefakata potrebno je imati i individualni pristup pacijentu. Da li ima implantiran neki uređaj (elektrostimulator, npr.), da li ima oboljenja/stanja, koja se manifestuju nevoljnim pokretima (Parkinsonova bolest; pothlađenost, npr.), da li je grudni koš previše dlakav, koža previše suva i sl. Često se kod pacijenta sa tremorom viđa EKG artefakt u vidu atrijalnog pseudo-flatera/fibrilacije (AFL/AF). To može da ima ozbiljne posledice od davanja antiaritmika intravenski, sprovođenja nepotrebnih procedura (sinhrone kardioverzije, ablacije, npr.), uvođenja OAK u terapiju i sl. Ove artefakte nekada i iskusni lekari teško razlikuju, ali ipak postoje određene specifičnosti[21]. Naime, talasi AFL/AF se najbolje vide u inferiornim odvodima i u V1. Nalaz ovih talasa izraženih u odvodu I, npr. treba da pobudi sumnju na artefakt. Isto važi za nalaz tzv. sinusnog znaka, odnosno odvoda pošteđenog od ovog artefakta, sa jasnim sinusnim P talasom. Pravi talasi AFL/AF se ne preklapaju sa QRS kompleksom i ne prave njegovu distorziju. To su talasi pretkomorske depolarizacije i bez obzira u kom AV odnosu se jaljaju (2:1, 4:1 itd.), neće uticati na morfologiju QRS -a (komorske depolarizacije). Ali, artefakti hoće i u tome je bitna razlika (slika 13). Na kraju, kad se tremor malo smiri, treba uraditi ponovni EKG i očekivati da se nalaz izgubi, ako se radilo o artefaktima.

Slika 13. Dva EKG-a snimana u kratkom razmaku kod parkinsoničara sa tremorom. Izraženi flater talasi u I odvodu nisu uobičajen nalaz, niti se inače preklapaju sa QRS kompleksima i prave njegovu distorziju (zaokruženo). Sinhrono sa smirivanjem tremora, ove promene se gube, sugerišući artefakte

Picture 13: Two ECG recordings of a patient with Parkinson disease and tremor, recorded in short intervals. Distinct flutter waves in lead I are not usual nor is their overlapping and distortion of QRS complexes. Synchronized with calming of tremor these ECG changes disappear, which is suggestive of artefacts

Moderni EKG aparati imaju ugrađene dve vrste filtera[22]:

1) niskofrekventni, koji eliminišu/redukuju artefakte porekla od pokreta, disanja, „šetanja“ EKG linije;

2) visokofrekventni koji su zaduženi za artefakte od signala iz skeletnih mišića, elektromagnetne interferencije itd. Standardno, oni su postavljeni na 0,05 Hz, odnosno na 100-150 Hz i treba uvek proveriti da li su uključeni[1].

Zaključak:

Artefakti mogu biti prisutni u svim odvodima na EKG-u, nekoliko njih, ili u samo jednom. Mogu biti suptilni i ne ometati bitno interpretaciju, ali i toliko izraženi da učine EKG zapis potpuno neupotrebljivim, što može dovesti do odlaganja važnih terapijskih procedura. Potpuno suprotno, artefakti na EKG-u mogu biti pogrešno protumačeni i pacijenta izložiti nepotrebnim, ili rizičnim terapijskim procedurama[1].

Od 12 pacijenata kojima je pogrešno dijagnostikovana VT, a ustvari se radilo o EKG artefaktima, njih troje je podvrgnuto nepotrebnoj PCI, devet je dobilo nepotrebne lekove uključujući i antiaritmike intravenski, dva pacijenta su dobila prekordijalni udarac; kod jednog pacijenta je implantiran trajni pejsmejker, a kod drugog implantabilni kardioverter defibrilator[23].

Artefakti mogu imati različite prezentacije na EKG-u. Linija EKG zapisa može biti: debela, nepravilna, prekinuta, „šetajuća“, ili (pseudo)izoelektrična. Artefakti mogu imitirati bilo koji talasili zubac na EKG-u: ekstrasistole, tahikardije uskih ili širokih kompleksa, produženje QT intervala, elevacije/depresije ST segmenta, ili promene T talasa.

Načini njihovog uklanjanja se odnose na manipulacije sa pacijentom, pomoćnom opremom ili samim EKG aparatom[3].

Prepoznavanje i eliminisanje artefakata na EKG-u je preduslov za adekvatno zbrinjavanje i brzo postavljanje dijagnoze urgentnih stanja, naročito u kardiologiji.

Literatura:

1. Kligfield P, Gettes LS, Bailey JJ, et al. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part I: The electrocardiogram and its technology: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society: endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *Circulation*. 2007;115 (10):1306–24
2. Chase C, Brady WJ: Artifactual electrocardiographic change mimicking clinical abnormality on the ECG. *Am J Emerg Med*. 2000;18:312–316.
3. Patel SI, Souter MJ. Equipment-related electrocardiographic artifacts: causes, characteristics, consequences, and correction". *Anesthesiology*. 2008;108(1):138–48
4. Patel SI. Electrocardiographic artifact mimicking ventricular tachycardia during high-frequency oscillatory ventilation: A case report. *Am J Crit Care*. 2006;15:310–1
5. Paulsen AW, Pritchard DG. ECG Artifact produced by crystalloid. Administration through blood/fluid warming sets. *Anesth*. 1988;69: 803-4
6. Groeger JS, Miodownik S, Howlanad WS. ECG infusion artifact. *Chest*. 1984;85:143
7. Hazard. Olympus model BF type 10 flexible bronchoscope. *Health Devices*. 1986; 15:24–5
8. Travis KW, Rose RJ, Quill TJ,et al. An unusual cause of electrocardiogram "pacemaker artifact": Faulty electrical grounding of equipment (letter). *Anesthesiology*. 1994; 80:232
9. Khambatta HJ, Stone JG, Wald A,et al. Electrocardiographic Artifacts During Cardiopulmonary Bypass. *Anesth Analc*. 1990;71:88-91
10. Wiese SR, Anheier P, Connemara RD, et al. Electrocardiographic Motion Artifact Versus Electrode Impedance. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2005;52 (1):136 – 139
11. Bronzetti G, Canzi A, Picchio FM, et al. Fluttering waves in electrocardiograms recorded in neonatal intensive care unit. *Int J Cardiol*. 2003; 92:299–301
12. Liu Y, Pech MG. Reduction of Skin Stretch Induced Motion Artifacts inElectrocardiogram Monitoring Using Adaptive Filtering. *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference, New York City, USA, Aug 30-Sept 3, 2006*
13. Baranchuk A, Shaw C, Alanazi H,et al. Electrocardiography pitfalls and artifacts: the 10 commandments. *Crit Care Nurse*. 2009;29(1):67–73
14. Aslanger E,Yalin K. Electromechanical association: a subtle electrocardiogram artifact. *Journal of Electrocardiology*. 2012;45:15-17
15. Drew BJ. Pitfalls and Artifacts in Electrocardiography.*Cardiol Clin*. 2006;24:309–315
16. Mizuno A, Niwa K. The Littmann sign: An indication of hyperkalemia. *J Gen Fam Med*. 2017;18:173–174
17. LittmannL,Brearley WD, Taylor L. Double counting of heart rate by interpretation software: a new electrocardiographic sign of severe hyperkalemia. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2007;25(5):584–586
18. Uzelac B. Značaj izrade elektrokardiograma u prehospitalnim uslovima. *ABC časopis urgentne medicine*. 2015;15(3):21-26.
19. Uzelac B. Istorija fibrilacije i defibrilacije. *Naučni časopis urgentne medicine - Halo* 94. 2009;15(33):47-53.
20. Monsieurs KG, Nolanc JP, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015; 95:1–80.
21. Huang CY, Shan DE, Lai CH, et al. An accurate electrocardiographic algorithm for differentiation of tremor-induced pseudo-ventricular tachycardia and true ventricular tachycardia. *International Journal of Cardiology*. 2006;111:163–165
22. Liu Y, Pech MG. Reduction of Skin Stretch Induced Motion Artifacts in Electrocardiogram Monitoring Using Adaptive Filtering. *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference, New York City, USA, Aug 30-Sept 3, 2006*
23. Knight BP, Pelosi F, Michaud GF, et al. Clinical consequences of electrocardiographic artifact mimicking ventricular tachycardia. *N EnglJMed*. 1999;341:1270-4

Rad je izložen kao usmeni prikaz na Simpozijumu
 urgentne medicine 2018 Zlatibor

Primljen - Received: 26.06.2018.

Ispravljen - Corrected: 21.09.2018.

Prihvaćen - Accepted: 21.09.2018.

ECG artefacts in emergency medicine

Uzelac M. Bojana

Emergency medical service Belgrade

Artefacts are technical errors on electrocardiogram that may be present in all leads or in some of them or in just one. They may be subtle with no interference with correct interpretation, but they can also be significant enough to make ECG recording absolutely useless and delay diagnose and timely therapy. On the other hand, artefacts can be misinterpreted and that way patient can be exposed to unnecessary or risky therapeutic procedures.

There are two groups of ECG artefacts: the first group originates from external causes and the second group originates from patient's body.

The first group can be caused by electromagnetic interference (alternating current from electrical installation, electrical devices in/on patient, light) or by malfunction of the cables and/or electrodes (damaged cables and electrodes, their movement during transport, wrong connecting, "offset signals", detached electrodes, gel lacking or inappropriate filters).

The second group comes from muscles, skin and adnexa. Muscle contractions are often the cause of artefacts, voluntary movements as much as involuntary. Skin and adnexa can cause ECG artefacts in two ways: through poor contact with electrodes or through simple stretching of the epidermis which generates electric potential (turning of the patient in bed for example). Rare form of artefact caused by radial artery pulsations directly under the electrode was also described; it is so called electromechanical association.

Artefacts can present in different ways on ECG recording. The ECG line can be thick, irregular, discontinued, wandering or pseudo isoelectric. Artefacts can imitate any of the ECG waves, extra systoles, tachycardia of narrow or wide complexes, long QT interval, and elevation/depression of the ST segment or T wave changes.

Removal of the artefacts requires manipulating with patient, auxiliary equipment and ECG machine itself.

Key words: electrocardiogram, artefacts, emergency cardiology, emergency medicine