

**PERBEDAAN EFEK VARIASI DOSIS PAPAN ARUS
LISTRIK SECARA LANGSUNG
TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGIK
OTOT *GASTROCNEMIUS POINT OF CONTACT* LISTRIK
DENGAN OTOT *GASTROCNEMIUS* EKSTREMITAS BAGIAN
HOMOLATERAL TIKUS *WISTAR***

*THE DIFFERENCES EFFECT OF ELECTRIC PATHWAY WITH THE
VARIATION DOSES TO THE HISTOPATOLOGIC APPEARENCES OF
GASTROCNEMIUS MUSCLES POINT OF CONTACT ELECTRIC WITH
HOMOLATERAL PART OF GASTROCNEMIUS MUSCLE'S WISTAR RATS*

ARTIKEL ILMIAH

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna mencapai derajat sarjana strata-1 kedokteran umum**

**TRI WIJAYANTI PERMATASARI
G2A 006 189**

***PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010***

Lembar Pengesahan Laporan Akhir Hasil Penelitian

**PERBEDAAN EFEK VARIASI DOSIS PAPAN ARUS
LISTRIK SECARA LANGSUNG
TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGIK
OTOT *GASTROCNEMIUS POINT OF CONTACT* LISTRIK
DENGAN OTOT *GASTROCNEMIUS* EKSTREMITAS BAGIAN
HOMOLATERAL TIKUS *WISTAR***

*THE DIFFERENCES EFFECT OF ELECTRIC PATHWAY WITH THE
VARIATION DOSES TO THE HISTOPATOLOGIC APPEARANCES OF
GASTROCNEMIUS MUSCLES POINT OF CONTACT ELECTRIC WITH
HOMOLATERAL PART OF GASTROCNEMIUS MUSCLE'S WISTAR RATS*

Disusun oleh:

**TRI WIJAYANTI PERMATASARI
G2A 006 189**

Telah disetujui:

Dosen Pembimbing 1

dr. Hadi, M.Si.Med
NIP. 19710607 199802 1 001

Ketua Penguji

dr. Neni Susilaningsih, M.Si
NIP. 19630128 198902 2 001

Dosen Pembimbing 2

dr. Gatot Suharto, SH, Msi.Med, SpF
NIP. 19520220 198603 1 001

Penguji

dr. Udadi Sadhana, M.kes, SpPA
NIP. 19630821 199103 1 001

Ketua Tim KTI

dr. Awal Prasetyo, M.kes, Sp.THT-KL
NIP. 19671002 1997702 1 001

**PERBEDAAN EFEK VARIASI DOSIS PAPARAN ARUS LISTRIK
SECARA LANGSUNG TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGIK
OTOT *GASTROCNEMIUS POINT OF CONTACT* LISTRIK DENGAN
OTOT *GASTROCNEMIUS* EKSTREMITAS BAGIAN *HOMOLATERAL*
TIKUS *WISTAR***

Tri Wijayanti Permatasari¹, Hadi², Gatot Suharto³

ABSTRAK

Latar belakang : Efek paparan arus listrik secara langsung diperkirakan melalui hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius* tikus *Wistar*. Tujuan penelitian ini adalah mempermudah identifikasi korban trauma sengatan listrik dengan otot sebagai sampelnya.

Metode : 30 ekor tikus wistar diambil dengan *simple random sampling*. Sampel dibagi menjadi 5 kelompok, yaitu: kelompok 1-4 terpapar arus listrik secara langsung, yaitu berturut-turut (P1) 1-30 mA, (P2) 31-60 mA, (P3) 61-90 mA, 91-120 mA (P4). Kelompok 5 (P5) tidak terpapar arus listrik. Setelah adaptasi selama 7 hari, dilakukan paparan arus listrik. Setelah dekapitasi dilanjutkan dengan pemeriksaan jumlah hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius*. Analisis data dilakukan dengan uji *independent sampel test*.

Hasil : Rerata skor hiperkontraksi otot *gastrocnemius* ($p < 0,005$). Rerata skor hiperkontraksi otot *gastrocnemius* kelompok P1 adalah paling kecil, yaitu $110,2 \pm 55,45$. Sedangkan rerata hiperkontraksi otot *gastrocnemius* kelompok P4 adalah paling besar, yaitu $374,7 \pm 120,03$. Terdapat perbedaan bermakna pada kelompok P1 (0,025), P4 (0,017).

Simpulan : Terdapat perbedaan gambaran histopatologik otot *gastrocnemius point of contact* dan otot *gastrocnemius* ekstremitas bagian homolateral tikus *Wistar* yang diberi variasi dosis paparan arus listrik secara langsung.

Kata kunci : arus listrik, kontak langsung, otot *gastrocnemius*, hiperkontraksi.

¹ Mahasiswa program pendidikan S-1 kedokteran umum FK Undip

² Staf pengajar Bagian Forensik Undip, Jl. Dr. Sutomo No. 18 Semarang

³ Staf pengajar Bagian Forensik Undip, Jl. Dr. Sutomo No. 18 Semarang

THE DIFFERENCES EFFECT OF ELECTRIC PATHWAY WITH THE VARIATION DOSES TO THE HISTOPATOLOGIC APPEARANCES OF GASTROCNEMIUS MUSCLES POINT OF CONTACT ELECTRIC WITH HOMOLATERAL PART OF GASTROCNEMIUS MUSCLE'S WISTAR RATS

ABSTRACT

Background: Electric current both through direct contact are assumed to cause hypercontraction on gastrocnemius muscles of Wistar mice. The aim of this research is to easier identifying the victims of electrical injury with muscle as the sampel.

Method: 30 wistar rats were divided into 5 groups through simple random sampling. Group 1-4 received electric current through direct contact. Group 1 and 4 received (P1) 1-30 mA, (P2) 31-60 mA, (P2) 61-90 mA, and (P3) 91-120 mA of electric current respectively. Group 5 (P5) was received no treatment. Mice were then decapitated in order to assess the amount of hypercontraction on gastrocnemius muscle. Statistical analysis was conducted by inpedent sampel test.

Result: Mean score hypercontraction gastrocnemius muscle significant ($p < 0,05$). Mean score hypercontraction group P1 smallest, that is $110,2 \pm 55,45$. Mean score hipercontraction group P4 largest, that is $374,7 \pm 120,03$. There was significant differences histopatologic appearences of the gastrocnemius muscle point of contact electrical with homolateral part of gastrocnemius muscle's Wistar mice between group P1 (0,025), P4 (0,017).

Conclusion: Found differences effect of the electric pathway with the variation doses to the histopatologic appearences of the gastrocnemius muscle point of contact electrical with homolateral part of gastrocnemius muscle's Wistar mice.

Keywords: electric current, direct contact, gastrocnemius muscle, hypercontraction.

PENDAHULUAN

Kasus kematian akibat sengatan listrik menurut data Instalasi Forensik RSUP dr. Karyadi mulai tahun 2005 sampai September 2009 sejumlah 15 orang.¹ Kasus yang dirawat akibat sengatan arus listrik menurut rekam medik RSUP dr. Karyadi 8 tahun terakhir mulai tahun 2002 sampai Juni 2009 mengalami peningkatan. Diketahui bahwa tahun 2002 sampai dengan tahun 2005 jumlah pasien yang dirawat akibat sengatan listrik adalah 41 orang, yang meningkat pada tahun 2005-2009 menjadi 52 kasus.²

Efek sengatan listrik pada tubuh dipengaruhi oleh arus (I), tegangan (V), hambatan (R), lama kontak, jalur yang dilalui arus listrik (*path of current*) ,medium yang dilalui arus listrik. Keadaan diatas sesuai dengan Hukum Ohm yaitu besar arus listrik (I) yang mengalir pada suatu konduktor pada suhu tetap sebanding dengan beda potensial antara kedua ujung-ujung konduktor.³ Arus listrik dapat menyebabkan suatu efek pada tubuh jika terdapat arus listrik dari tempat masuk menuju tempat keluar.

Selain itu juga lama waktu kontak dengan konduktor sangat berpengaruh. Semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak jumlah dan luas bagian tubuh yang dilalui arus listrik. Tegangan yang rendah , arus listrik dapat menimbulkan spasme otot-otot dan menyebabkan korban menggenggam konduktor, sehingga arus listrik akan mengalir dalam beberapa saat. Pada keadaan ini dapat menjadikan korban jatuh dalam keadaan syok yang mematikan. Tegangan tinggi seseorang dapat segera melepaskan konduktor atau sumber listrik yang tersentuh karena kontaksi otot, termasuk otot yang tersentuh aliran listrik tersebut.^{4,5}

Jalur yang dilalui arus listrik (*path of current*) adalah tempat-tempat pada tubuh yang dilalui oleh arus listrik sejak masuk sampai meninggalkan tubuh. Letak titik masuk arus listrik (*point of entry*) dapat pada setiap titik tubuh, begitupula titik keluar (*point of grounded*) yang juga dapat berbeda-beda. Efek dari arus listrik tersebut bervariasi dari yang ringan sampai berat. Raphael C. Lee, Dajun Zhang, dan Jurgen Hannig (2000) mengatakan bahwa apabila arus listrik masuk dari sebelah kiri bagian tubuh lebih berbahaya daripada masuk dari sebelah kanan.⁶ Kevin Duff, McCaffrey (2001) menyebutkan bagian tubuh yang sering terbukti terkena sengatan arus listrik adalah badan ke tangan, tangan ke tangan dan kepala ke kaki.⁷

Pemeriksaan luar akibat sengatan listrik berupa luka bakar (*current mark*) ditempat masuknya aliran listrik (*point of contact*) dan tempat keluarnya arus listrik (*point of grounded*) yang disebabkan oleh panas ion-ion logam dari konduktor.⁶ Pada tubuh yang bukan *point of contact* dan *point of grounded* tidak didapatkan *current mark*. Belum adanya penelitian tentang kerusakan histopatologik otot yang tidak menjadi *path of current*, padahal menurut Guyton sekali serabut otot berkontraksi maka serabut otot yang lain ikut berkontraksi.⁸

Otot ekstremitas mempunyai peluang terkena paparan lebih besar dikarenakan otot ekstremitas terletak paling dekat dengan kontak langsung paparan listrik dibuktikan pada penelitian sebelumnya. Penelitian Jassen W tahun 1984 pada tikus yang dipapar dengan arus bolak-balik 150mA pada tegangan 220V selama 15 detik secara kontak langsung memperlihatkan gambaran hiperkontraksi pita otot, nekrosis, dan pengosongan pipa sarkolema.⁷ Penelitian

Akcan, Hilal, Gulmen, N.Cekin tahun 2007 menyatakan bahwa terdapat perbedaan gambaran histopatologi otot ekstremitas paha kanan tikus pada perbedaan voltase.⁹ Penelitian ini menggunakan peralatan yang didesain untuk tegangan tinggi dan dikontakkan langsung pada otot ekstremitas yang diberi paparan selama 5 detik, kuat arus 0,1 mA dengan tegangan yang berbeda yaitu 110V, 220V, dan 600V. Hasil penelitian pada tegangan ringan 110V ditemukan adanya kontraktibilitas dan hiperemi, kemudian tegangan sedang 220V ditemukan nekrosis otot, dan pada tegangan tinggi 600V ditemukan ruptur serat otot.¹⁰

Penelitian sebelumnya tidak didapatkan nekrosis melainkan titik hiperkontraksi serabut otot setelah sengatan listrik, sehingga dalam penelitian yang akan penulis lakukan ini memfokuskan pada pengamatan jumlah titik hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius* setelah paparan sengatan listrik. Sebelum penelitian ini dilakukan telah ada penelitian pendahuluan untuk menentukan dosis maksimal terhadap lama waktu kejadian kematian tikus *Wistar* setelah sengatan listrik. Penulis akan mengadakan penelitian eksperimental untuk membedakan jumlah titik hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius* ekstremitas tikus *Wistar* dengan otot *gastrocnemius* ekstremitas homolateral tikus *Wistar* yang diberi paparan listrik secara langsung. Oleh karena secara etik tidak mungkin melakukan percobaan eksperimental pada manusia, maka penelitian ini dilakukan pada hewan coba yaitu tikus *Wistar*. Hal ini dikarenakan tikus *Wistar* homolog dengan manusia dan dapat dimanipulasi dengan berbagai cara yang tidak layak dilakukan pada manusia.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (F-MIPA) Universitas Semarang, Laboratorium Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang dan Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang dilakukan bulan Maret 2010 – Mei 2010.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik dengan rancangan penelitian *Posttest Only Control group design* yang menggunakan tikus *Wistar*. Penentuan besar sampel berdasarkan ketentuan WHO (1997), yaitu minimal 6 ekor per kelompok. Sampel penelitian dibagi menjadi 5 kelompok yang masing – masing terdiri dari 6 ekor tikus *Wistar* yang dipilih secara acak.

Adaptasi terhadap 30 ekor tikus wistar jantan selama 7 hari di laboratorium dengan kandang tunggal dan diberi pakan standar serta minum secukupnya.

Memberikan paparan arus listrik secara langsung selama 60 detik pada kelompok 1, 2, 3, dan 4 dengan cara menjepitkan ujung konduktor (listrik masuk) pada kaki depan kiri tikus *Wistar* dan ujung konduktor lainnya (listrik keluar) di telapak kaki belakang kanan tikus *Wistar*. Kelompok 1 mendapatkan paparan arus listrik 1-30 miliamper, kelompok 2 mendapatkan paparan arus listrik 31-60 miliamper, kelompok 3 mendapatkan paparan arus listrik 61-90 miliamper, kelompok 4 mendapatkan paparan arus listrik 91-120 miliamper. Kelompok 5 sebagai kontrol tidak mendapatkan paparan arus listrik. Mematikan hewan coba yang belum mati dengan cara dekapitasi leher. Kemudian mengambil $\frac{1}{2}$ otot *gastrocnemius* bagian bawah (*distal*) pada kaki yang terkena kontak secara

langsung dan homolateralnya. Menganalisis preparat dengan potongan longitudinal dengan. pembacaan preparat dalam lima lapangan pandang dengan perbesaran 400x. Sasaran yang dibaca adalah jumlah titik-titik hiperkontraksi pada serabut-serabut otot *gastrocnemius* ekstremitas tikus *Wistar* semua kelompok perlakuan dilakukan uji normalitas Shapiro Wilk. Untuk perbedaan pengaruh dari masing-masing kelompok perlakuan dianalisis dengan program SPSS 15.0 *for Windows* dan dilihat distribusinya datanya normal dengan uji *Independent t-test*, sedangkan distribusi datanya tidak normal yaitu pada arus 1-30mA dilakukan uji *Mann Whitney test*.



Alur penelitian

HASIL PENELITIAN

P1 (1-30mA)

Tabel . Rerata dan standar deviasi jumlah titik hiperkontraksi otot *gastrocnemius* yang mendapatkan paparan arus listrik 1-30mA.

Kelompok	Rerata	SD	Min	Max	P
Kaki kiri depan	110,2	55,45	70	220	0,025*
Kaki kiri belakang	56,8	24,38	36	100	

Uji Mann Whitney signifikan jika $P < 0,05$ (*).

P2 (31-60mA)

Tabel . Rerata dan standar deviasi jumlah titik hiperkontraksi otot *gastrocnemius* yang mendapatkan paparan arus listrik 31-60mA.

Kelompok	Rerata	SD	Min	Max	P
Kaki kiri depan	126,2	29,87	76	158	0,302
Kaki kiri belakang	109,3	23,35	79	146	

P3 (61-90mA)

Tabel 5. Rerata dan standar deviasi jumlah titik hiperkontraksi otot *gastrocnemius* yang mendapatkan paparan arus listrik 61-90mA.

Kelompok	Rerata	SD	Min	Max	P
Kaki kiri depan	224,0	74,81	110	298	0,119
Kaki kiri belakang	166,3	16,62	144	193	

P4 (91-120 mA)

Tabel 6. Rerata dan standar deviasi jumlah titik hiperkontraksi otot *gastrocnemius* yang mendapatkan paparan arus listrik 91-120mA.

Kelompok	Rerata	SD	Min	Max	P
Kaki kiri depan	374,7	120,03	246	521	0,017*
Kaki kiri belakang	206,7	62,59	123	306	

Uji Independent Sampel signifikan jika $P < 0,05$ (*)

Keterangan :

- PI : Perlakuan 1 mendapatkan paparan arus listrik 1-30mA.
- P2 : Perlakuan 2 mendapatkan paparan arus listrik 31-60mA.
- P3 : Perlakuan 3 mendapatkan paparan arus listrik 61-90mA.
- P4 : Perlakuan 1 mendapatkan paparan arus listrik 91-120mA.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna pada pemberian arus 1-30 mA (P1) antara paparan arus listrik dosis bertingkat secara langsung dengan jumlah titik hiperkontraksi serabut ekstremitas *point of contact* listrik otot *gastrocnemius* kaki kiri depan dengan kaki kiri belakang. Teori yang mengatakan bahwa arus listrik bolak balik (*alternating current*) menyebabkan kontraksi otot yang bersifat tetani antara 40-110 kali per detik. Kontraksi tetani tersebut memungkinkan korban akan menggenggam konduktor secara terus menerus sehingga semakin memperparah keadaan korban.¹² Dalam buku Fisika Kedokteran JF Gabriel yang menyatakan bahwa ada batasan tertentu dimana hanya ada persepsi rasa geli mulai arus 1mA yang masih dapat diterima atau ditolelir oleh tubuh karena belum melewati ambang sensasi nyeri.³

Perbedaan rerata jumlah titik hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius* antar ekstremitas juga terdapat setelah paparan arus listrik 91-120 mA (P4). Peneliti mengamati bahwa tikus wistar tidak mampu melepaskan diri dari paparan listrik 91-120 mA, sehingga efek sengatan listrik pada tiap-tiap ekstremitas dapat

diamati. Teori yang berkembang sekarang ini mengatakan bahwa arus listrik terkonsentrasi pada daerah listrik masuk dan keluar, sehingga kerusakan jaringan terbanyak didapatkan pada daerah tersebut.¹²

Sengatan listrik akan menyebabkan kontraksi serat otot rangka dan pemampatan pita Z (*Z bands*).¹³ Otot merupakan jaringan tubuh yang memiliki kelistrikan sendiri dan dapat dirangsang (*excitable cells*) oleh rangsang kimia dan fisika dari luar.¹¹ Otot dan saraf adalah jaringan tubuh yang paling rentan dari pengaruh sengatan listrik. Jaringan otot yang dilalui arus listrik akan mengalami kerusakan yang dapat pulih (*reversible*) maupun tidak dapat pulih (*irreversible*) melalui mekanisme elektroporasi, panas (*joule heating*), hiperkontraksi dan ruptur serabut-serabut otot.¹⁴

Semakin besar arus listrik yang memasuki tubuh maka semakin parah kerusakan organ dalam. Jumlah arus listrik yang memasuki tubuh dipengaruhi oleh variabel-variabel elektrofisik, yaitu: besar tegangan listrik, besar tahanan jaringan tubuh, lama kontak dan luas kontak dengan listrik.^{6,13,15,16}

Pemberian paparan arus listrik secara langsung 31-60 mA (P2), 61-90 mA (P3) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata jumlah titik hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius* antar kaki kiri depan dengan kaki kiri belakang. Peneliti mengamati bahwa tikus wistar masih memiliki kemampuan secara sadar untuk berusaha melepaskan diri dari kontak dengan konduktor berarus listrik 31-60 mA (P2), dan 61-90 mA (P3). Hal ini tentunya bertolak belakang dengan teori *let go current* pada manusia yang mengatakan bahwa manusia secara sadar dapat melepaskan diri dari kontak dengan listrik pada arus kurang dari 17 mA.^{3,15} Peneliti membuktikan bahwa pada dosis-dosis *prelethal*, tikus wistar berusaha melepaskan anggota gerakanya dari sumber sengatan listrik, sehingga arus listrik dapat memasuki semua ekstremitas. Hal ini menyulitkan pembuktian jejas sengatan listrik pada ekstremitas *point of contact* dan *point of grounded* listrik serta ekstremitas lain.

Jejas sengatan listrik pada tubuh korban tergantung dari jalur yang dilewati arus listrik, khususnya tempat listrik masuk dan keluar mengingat pada tempat tersebut ditemukan kepadatan tertinggi arus listrik.^{6,12}

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara pemberian paparan arus 1-30mA dan 91-120mA secara langsung dengan jumlah hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius point of contact* listrik lebih banyak dibandingkan otot *gastrocnemius* homolateral tikus *Wistar* .

Penelitian mengenai efek paparan listrik selanjutnya sebaiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan derajat kerusakan organ tubuh akibat sengatan listrik, menepatkan letak perlakuan pemberian arus listrik untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, selain itu perlu adanya variasi lain dalam pemberian besarnya arus listrik yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT dan berterima kasih kepada dr. Hadi , Msi.Med, dr. Gatot Suharto, SH, SpF,Mkes, dr. Arfi Syamsun, SpKF selaku dosen pembimbing ,dr. Neni Susilaningsih, M.Si, selaku ketua penguji ,dr. Udadi Sadhana, M.Kes, Sp.PA selaku penguji dan konsultan pembacaan preparat, Staf Laboratorium Histologi dan Patologi Anatomi Kedokteran Undip yang telah membantu penulis sehingga tersusunlah artikel karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rekap Visum et Repertum. Instalasi Forensik. Semarang. Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Karyadi. 2005- Juni 2009.
2. Indeks Rekam Medis . Semarang . Instalasi Rekam Medis Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Karyadi. 2002- Juni 2009.
3. Gabriel JF. Fisika kedokteran. 9th ed. Jakarta: EGC; 2002.
4. Kevin B, Laaupland, John B, Kortbeek, Christi Findlay, Andrew W, Kirkpatrick. Population-based study of severe trauma due to electrocution in

- the Calgary Health Region, 1996–2002. Calgary. Am J Surg vol 48, no 4; 190: 2005.
5. McNamara HJ, Solley CM, Long J. Effects of punishment (electrical shock) upon perceptual learning / abnorm soc Psychol, 1958; 57; 91-98.
 6. Lee RC, Zhang D, Hannig J. Biophysical injury mechanisms in electrical shock trauma. Annu Rev Biomed Eng 2000; 02: 477-509.
 7. Duff K, McCaffrey RJ. Electrical injury and lightning injury: a review of their mechanisms and neuropsychological, psychiatric, and neurological sequelae. Neuropsychology Review 2001;11: 101-16.
 8. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran. 11th ed. Trans. Setiawan I(editor) . Jakarta: EGC;2002
 9. Akcan R, Hilal A, Gulmen MK, Cekin N. Childhood deaths due to electrocution in Adana, Turkey. Acta Paediatrica 2007;96:443-5.
 10. Byard RW, Hanson KA, Gilbert JD, James RA, Nadeau J, Blackbourne.B. Death due to electrocution in childhood and early adolescence. Forensic Science Center Adelaide. J. Paediatr. Child Health 2003; 39: 46-48.
 11. Bikson M. A review of hazards association with exposure to low voltages. [homepage internet].c2008[cited 2008 Nov 16];1-17 Available from: <http://bme.cuny.cuny.edu/faculty/mbikson/BiksonMSafeVoltageReview.pdf>
 12. Martinez JA, Nguyen T. Electrical injuries. Southern Medical Journal 2000;93:1165-8.
 13. Memon AR, Tahir SM, Memon FM, Hashmi F, Shaikh BF. Serum creatine phosphokinase as prognostic indicator in the management of electrical Burn. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan 2008;18:201-4.
 14. Criner JA, Appelt M, Coker C, Conrad S, Holliday J. Rhabdomyolysis : the hidden killer. MEDSURG Nursing 2002;11: 138-55.
 15. Dimaio VJ, Dimaio D. Forensic pathology. 2nd ed. London: CRC Press; 2001.
 16. Shepherd R. Simpson's forensic medicine. 12 th ed. London: Arnold;2003.

