

Fatores preditivos de infecção em pacientes com fraturas expostas nos membros inferiores.

Predictable factors of infection in patients with open fractures in lower limbs

ANA LÚCIA LEI MUNHOZ LIMA¹; ARNALDO VALDIR ZUMIOTTI²; DAVID EVERSON UIP³; JORGE DOS SANTOS SILVA⁴

RESUMO

134 pacientes com fraturas expostas dos membros inferiores dos tipos II, IIIA, IIIB e IIIC foram estudados prospectivamente entre fevereiro de 1998 e maio de 2000 no Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para determinar os fatores de risco de infecção previsíveis. Todos os pacientes foram registrados em um protocolo no qual eles tiveram amostras de fragmentos ósseos iniciais coletadas para cultura bacteriana, avaliação de condições clínicas e administração precoce de antibiótico. Durante a abordagem inicial, as causas das fraturas, o tempo de exposição da fratura e o local onde os primeiros socorros foram recebidos foram observados. Durante o debridamento inicial, o volume de transfusão sanguínea, a classificação clínica ASA, o tempo cirúrgico, o ferimento cirúrgico e o tipo de estabilização esquelética foram observados. Uma análise univariável foi realizada para identificar os riscos previsíveis estatisticamente significantes para o desenvolvimento de infecções, com os seguintes resultados: tempo de exposição da fratura ($p=0.0201$), local dos primeiros socorros ($p=0.400$), tipo de fratura ($p=0.0130$), classificação ASA ($p=0.0005$), volume de transfusão de sangue ($p=0.0002$), tipo de osso fraturado ($p=0.0052$), tipo de acidente ($p=0.0450$), ferimento cirúrgico ($p=0.0024$), estabilização esquelética ($p=0.0446$), cultura bacteriana positiva na admissão ($p=0.5290$) e cirurgias concomitantes ($p=0.1867$). As variáveis com associação significativa com a infecção foram introduzidas em uma equação de regressão multivariada (modelo logístico) para identificar as com efeitos independentes dos outros fatores. O modelo logístico final foi obtido e demonstrou as probabilidades de infecção nas fraturas expostas estudadas. Os riscos relativos revelados no modelo logístico final foram: volume de transfusão sanguínea (mais do que 1 unidade) – 6.4; classificação ASA nível III – 5.2; fixação interna do osso (imediate) – 3.9; osso fraturado (femur) – 3.5 and ferimento aberto – 3.0

Descritores: Fraturas expostas; infecção; Membros inferiores

SUMMARY

134 patients with open fractures of lower limbs type II, IIIA, IIIB and IIIC were prospectively studied between February 1998 and May 2000 at the Orthopedics and Traumatology Institute of the São Paulo University Medical School, to determine predictable risk factors of infection. All patients were enrolled to a protocol where they had initial bone fragment samples collected for bacterial cultures, clinical conditions evaluation and early introduction of antibiotics. During the initial approach, causes of fractures, time of bone exposure and place of first medical care were observed. During the initial debridement, volume of blood transfusion, clinical ASA classification, surgical time, surgical wound and type of skeletal stabilization were observed. Univariate analysis was performed to identify predictable statistically significant risks to develop infection, with the following results: time of bone exposure ($p=0.0201$), place of first medical care ($p=0.400$), type of fracture ($p=0.0130$), ASA classification ($p=0.0005$), volume of blood transfusion ($p=0.0002$), fractured bone ($p=0.0052$), type of accident ($p=0.0450$), surgical wound ($p=0.0024$), skeletal stabilization ($p=0.0446$), positive bacterial culture in admission ($p=0.5290$) and concomitant surgeries ($p=0.1867$). The variables with significant association with infection were introduced into a multivariate regression equation (logistic model) to identify those with independent effect from other factors. The final logistic model was obtained and demonstrated the probabilities of infection in the open fractures studied. The relative risks revealed in the final logistic model were: volume of blood transfusion (more than 1 unit) – 6.4; ASA classification level III – 5.2; Internal fixation of the bone (immediate) – 3.9; fractured bone (femur) – 3.5 and open wound – 3.0.

Key words: Fractures; Open; Infection; Lower extremity

Trabalho realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia - FMUSP

- 1 - Infectologista - Assistente Doutora do Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP
- 2 - Professor Livre Docente do Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP, Chefe da Disciplina de Traumatologia, Mão e Cirurgia do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP
- 3 - Professor Livre Docente do Departamento de Moléstias Infecciosas e Parasitárias do Hospital das Clínicas da FMUSP. Diretor do Serviço de Infecção do Instituto do Coração do HC-FMUSP
- 4 - Assistente Doutor do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas - FMUSP

Endereço para correspondência: Alameda Gabriel Monteiro da Silva, 492 - CEP 01441-000 - São Paulo - SP - Telefone: (11) 3081-8144 e-mail: ccih@hcnet.usp.br

Work performed at Orthopedy and Traumatology Department - FMUSP

- 1 - Immunologist - Assistant Doctor of the Orthopedics and Traumatology Department at the General Hospital of the São Paulo University - Medical School
- 2 - Full Professor of the Orthopedics and Traumatology Department at the General Hospital of the São Paulo University - Medical School, Head of the Traumatology, Hand and Microsurgery Discipline of Orthopedics and Traumatology Department at the General Hospital of the São Paulo University - Medical School
- 3 - Infectologist - Full Professor of the Infectious and Parasitic Diseases of the Hospital das Clínicas de FMUSP. Director of the Infection Service of the Heart Institute of HC-FMUSP
- 4 - Assistant Doctor of the Orthopedics and Traumatology Department at the General Hospital of the São Paulo University - Medical School.

Mail Address: Alameda Gabriel Monteiro da Silva, 429- Jd. América - CEP- 01441-000, São Paulo - Phone. 30818144, 30696900 (HC) e-mail: ccih@hcnet.usp.br

INTRODUÇÃO

O tratamento das fraturas expostas dos membros inferiores modificou-se de maneira significativa principalmente nas últimas duas décadas. Apesar de alguns conceitos básicos já terem sido descritos há mais de dois séculos a negligência em sua aplicação correta tem levado a resultados insatisfatórios.

A conduta de se realizar o desbridamento de tecidos devitalizados foi introduzida na França por Desault no século XVIII, tendo sido utilizada com rigor nas campanhas Napoleônicas para reduzir o índice de mortalidade decorrente das fraturas expostas. Apesar do entendimento de que o desbridamento rigoroso, a estabilização da fratura e reparação do revestimento cutâneo são fatores importantes no sucesso do tratamento, as técnicas adequadas de reconstrução são eventos mais recentes.

O tratamento das fraturas expostas, passou por várias fases visando inicialmente a preservação da vida, após a preservação da perna seguido por prevenção das infecções e atualmente associados à preocupação de preservar a função do membro afetado.

O objetivo deste trabalho foi identificar os fatores preditivos de infecção, visando contribuir na escolha da conduta mais adequada para cada caso no que diz respeito ao revestimento cutâneo precoce e ao método de estabilização esquelética.

CASUÍSTICA E MÉTODOS:

No período de fevereiro de 1998 a maio de 2000, foram avaliados prospectivamente 245 pacientes com diagnóstico de fratura exposta dos membros inferiores tratados no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Deste total, foram excluídos para análise todos os pacientes com fratura exposta do tipo I, segundo a classificação de Gustilo e Anderson⁽¹⁴⁾, e também todos os pacientes submetidos à limpeza cirúrgica inicial da fratura exposta em outros serviços. Portanto, a análise final envolveu 134 pacientes com fraturas expostas tipo II e do tipo III dos membros inferiores. Cento e quatorze pacientes (85%) eram do sexo masculino e a idade variou de 9 a 88 anos, sendo a média 32,9 anos.

As fraturas foram classificadas em tipo II, tipo IIIA, IIIB e IIIC⁽¹⁴⁾. A casuística envolveu 57 fraturas do Tipo II, 41 fraturas do Tipo III A, 30 Tipo III B, e seis do Tipo III C.

Nas fraturas do Tipo II os ossos mais acometidos foram da perna e do pé, nas do Tipo III A da perna, Tipo III B da perna, femur, do pé e no Tipo III C femur, tibia e tornozelo.

A grande maioria dos pacientes que compõe esta casuística foi vítima de acidentes de alta energia como disposto: 32% atropelamentos, 29% acidentes com motocicletas, 17% acidentes automobilísticos, 11% quedas de altura, 7,5% ferimentos por arma de fogo.

Todos os pacientes foram submetidos a protocolo de avaliação padronizado que consistiu em:

1- Abordagem inicial:

- Obtenção de fragmento ósseo na chegada do paciente ao setor de emergência para realização de culturas para bactérias aeróbias e anaeróbias em meios adequados e padronizados pela Instituição
- Antibioticoterapia padronizada com associação de Clindamicina e Aminoglicosídeo mantida por 14 dias
- Realização da classificação de ASA (American Society of Anesthesiologists)⁽¹⁾ sobre a impressão geral do paciente no pré-operatório

Anotação do tempo de exposição da fratura, tempo cirúrgico, volume de sangue transfundido, tipo de estabilização esquelética após o desbridamento cirúrgico (tala gessada, tração esquelética, fixação externa, fixação interna com placas ou hastes intramedulares, reparo

INTRODUCTION

The treatment of open fractures of the lower limbs has changed significantly in the last two decades. Although some basic concepts were described more than two centuries ago, the negligence in their correct application has led to unsatisfactory results.

Desault introduced the management of the debridement of devitalized tissues in France in the XVIIIth century, and it was strictly used in Napoleon's campaigns to decrease the mortality level due to open fractures. Although the comprehension that the strict debridement, the fracture stabilization and the cutaneous investment repair are important factors for a successful treatment, the proper techniques of reconstruction are later events.

The open fracture treatment has gone through several stages, firstly aiming life preservation followed by leg preservation and by infection prevention. It is currently associated with the affected limb function preservation.

The search for predictable infection factors in this paper aimed to contribute to the most adequate management choice in each case, regarding the early cutaneous investment and the skeletal stabilization method.

CASES AND METHODS:

From February 1998 to May 2000, 245 patients were prospectively evaluated presenting an open fracture diagnosis in the lower limbs. They were attended at the Orthopedics and Traumatology Institute of the General of São Paulo University – Medical School. All the patients presenting a Type I open fracture, according to Gustilo and Anderson⁽¹⁴⁾ classification, and the ones that underwent an initial surgical toilet of the open fracture in other services were excluded from analysis. So, the final analysis evaluated 134 patients presenting Type II and Type III open fractures in the lower limbs. 114 patients (85%) were men, from 9 to 88 years old and the mean age was 32,9 years old.

The fractures were classified as Type II, Type IIIA, IIIB and IIIC⁽¹⁴⁾. The cases implied 57 Type II fractures, 41 Type IIIA fractures, 30 Type III B and six Type III C fractures.

The most damaged bones were those of the leg and foot, in Type II fractures; the bones of the leg, in Type III A; the ones of the leg, femur and foot, in type IIIB and femur, tibia and ankle in type C fractures.

Most of the patients studied were victims of high –energy accidents such as: running over (32%), motorcycle accidents (29%), car accidents (17%), falls from height (11%) and wounds caused by guns.

All of the patients underwent a standardized evaluation protocol consisting of:

1 - Initial approach:

- *As the patient arrived at the Emergency, it was obtained an osseous fragment to perform aerobic and anaerobe bacterial cultures through adequate means standardized by the Institution;*
- *A standardized antibiotic therapy associated with Clindamycin plus aminoglycoside was maintained for 14 days;*
- *ASA classification (American Society of Anesthesiologists)⁽¹⁾ was performed on the general impression of the patient during the preoperative period;*
- *The time of bone exposure, surgical time, volume of blood transfusion, type of skeletal stabilization after surgical debridement (plaster splint, skeletal traction, external fixation, internal fixation by plates or intramedullary nailing, cutaneous investment repair), conditions of the initial surgical wound (open or closed)*

2 - Infection diagnosis

- *The criteria to define osseous infections in patients' evolution*

do revestimento cutâneo), condições da ferida cirúrgica inicial (aberta ou fechada).

2 - Diagnóstico de infecção

Os critérios para definição de infecção óssea na evolução dos pacientes seguiram as normas do *Centers for Diseases Control and Prevention*⁽¹⁰⁾, no que diz respeito as infecções incisionais superficiais, profundas e osteomielites pós-operatórias.

3- Abordagem de seguimento

Os pacientes foram submetidos a avaliação ortopédico- infecciosa diária e submetidos a novos desbridamentos com coleta de fragmento ósseo para cultura sempre que o diagnóstico de infecção foi realizado. A antibioticoterapia foi adequada aos resultados e o período de observação dos pacientes estendeu-se até a alta hospitalar quando o tratamento das osteomielites agudas foi encerrado.

RESULTADOS

Na evolução do tratamento das fraturas expostas observamos sinais de infecção, já conceituados anteriormente, em 40,30% dos pacientes (n= 54). A distribuição dos casos de infecção por tipo de fratura encontra-se indicada na Tabela 1.

Para verificar a associação entre a presença ou ausência de infecção a cada uma das variáveis possivelmente preditivas de infecção foi realizada análise univariada tendo como variável de resposta a presença de infecção na evolução do tratamento das fraturas expostas⁽⁶⁾.

As variáveis estudadas entre os grupos com ou sem infecção foram: -tempo de exposição da fratura, -local do primeiro atendimento após o trauma, -tipo de fratura exposta, -positividade das culturas para bactérias obtidas na admissão, -classificação de ASA, -volume de sangue transfundido, -cirurgias concomitantes, -ossos acometidos, -tipo de trauma, -tempo cirúrgico, -condições da ferida cirúrgica após intervenção inicial, -tipo de estabilização esquelética inicial.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise univariada.

Para as variáveis classificatórias os resultados são os níveis descritivos de probabilidade de teste do qui-quadrado de Pearson. Para o tempo de exposição da fratura o nível descritivo de probabilidade é referente ao teste de igualdade de medianas.

Levando-se em consideração a significância estatística encontrada na análise univariada e a fim de selecionar as variáveis realmente preditivas de infecção, foi realizada a análise multivariada. Após três ajustes no modelo de regressão logística, encontramos os resultados descritos na Tabela 3.

A partir do modelo de regressão logística final calculou-se o risco relativo (Odds-Ratio) para cada variável.

Os riscos relativos estimados para cada variável estão descritos na tabela 4.

DISCUSSÃO

A importância de vários fatores possivelmente preditivos de infecção na evolução das fraturas expostas vêm sendo estudada ao longo dos anos, por vários autores. Alguns fatores preditivos são sempre considerados como significativos nos trabalhos, mas outros foram abandonados no decorrer das pesquisas pela ausência de comprovação de sua validade^(8,9,13).

Na presente série vários fatores com provável valor preditivo

followed the rules of the Center for Diseases Control and Prevention⁽¹⁰⁾, concerning superficial and deep incision infections, and postoperative osteomyelitis.

3 - Follow-up approach

The patients underwent a daily orthopedic-infectious evaluation besides new debridements to collect osseous fragments for the culture whenever the infection diagnosis was done. The antibiotic therapy was settled according to the results and the observation time lasted until hospital discharge when the acute osteomyelitis treatment was finished.

RESULTS

In the evolution of open fractures treatment, infection signs which had been previously defined were observed in 40,30% of the patients (n=54). The distribution of the infection cases according to the type of fracture is shown in the table 1.

In order to verify the relationship between the presence or absence of infection at each of the possibly predictable infection risks, an univariate analysis was performed and the variable result was the presence of infection in the development of the open fractures treatment⁽⁶⁾.

The variables studied between the group with or without infection were: bone exposure time, place of first medical care, type of open fracture, positive bacterial culture in admission, ASA classification, volume of blood transfusion, concomitant surgeries, fractured bones, type of accident, surgical time, conditions of surgical wound after the first intervention, type of initial skeletal stabilization.

The Table 2 shows the results of the univariate analysis

To the variables of classification, the results are the descriptive levels of the probability test of Pearson's chi-squared. The descriptive level of probability for the bone exposure time refers to the medians' equality test.

By taking into account the statistical significance found in the univariate analysis and considering the really predictive infection variables, it was performed a multivariate analysis. After three adjustments in the regression equation (logistic model), the results are found in Table 3.

By the final regression equation (logistic model), it was calculated the relative risk (Odds-Ratio) to each variable.

The estimate relative risks for each variable are described in the Table 4.

DISCUSSION

The importance of several possibly predictive infection factors in the open fractures evolution has been studied by several authors for many years. Some predictive factors have always been considered as significant in papers, but others have been rejected during research due to the absence of proofs of their effectiveness^(8,9,13).

In this series, several probably predictive infection factors in open fractures were tested: exposure time, place of the first medical care after trauma, type of open fracture, positive bacterial culture in admission,

Tipo de fratura Fracture type	Com infecção With infection	Sem infecção Without infection	Total Total
II	16 28,07%	41 71,93%	57
III A	14 34,15%	27 65,85%	41
III B	20 66,67%	10 33,33%	30
III C	4 66,67%	2 33,33%	6
Total	54	80	134

Tabela 1 - Distribuição dos pacientes com sinais de infecção na evolução segundo o tipo de fratura
Table 1 - Distribution of patients presenting infection signs and the evolution according to the fracture type.

para as infecções de fraturas expostas foram testados: -tempo de exposição, local de primeiro atendimento do paciente após o trauma, -tipo de fratura exposta, positividade das culturas na admissão dos pacientes, classificação de ASA, volume de sangue transfundido até a primeira cirurgia, tipo de trauma que gerou a fratura, cirurgias concomitantes, tempo cirúrgico, ferida cirúrgica aberta após o desbridamento inicial e tipo de estabilização esquelética.

Os testes estatísticos aplicados entre as variáveis em relação à variável de resposta "infecção", demonstraram significância para: - tipo de fratura, - tipo de ossos acometidos, -classificação de ASA, - volume de sangue transfundido, ferida cirúrgica aberta e - estabilização esquelética

A significância do tempo de exposição como preditivo de infecção foi demonstrada em vários trabalhos como citado por Patzakis e Wilkins⁽²⁵⁾, onde avaliaram os fatores preditivos para infecção em 1104 fraturas expostas e concluíram que são de risco muito aumentado – falta de antibioticoterapia, - tempo de exposição maior que três horas, resistência bacteriana ao antimicrobiano utilizado, grande dano tecidual e as fraturas da tíbia. Na verdade o que os autores consideraram como tempo de exposição foi o intervalo de tempo entre o trauma e a antibioticoterapia, portanto observaram que se este intervalo for menor que 12 horas, mas estando o paciente sob ação de antibioticoterapia antes de três horas após o trauma, anula-se o efeito preditivo de infecção deste fator. Sem comprovação numérica, é citada pelo autor neste clássico estudo a importância das fraturas do tipo III como risco aumentado para infecção.

A ausência de significância do tempo de exposição em nossa amostra, está em acordo como os achados de Merritt⁽²⁴⁾ que também avaliou os fatores de risco para infecção das fraturas expostas, onde esta variável não apresentou importância. Esta autora analisou 70 pacientes com fraturas expostas, tendo índice de infecção geral de 19%, e como fatores de risco relevantes o tipo de trauma, tempo cirúrgico e, corroborando com Patzakis e Wilkins⁽²⁵⁾, fraturas do Tipo III com fixação interna.

Em relação à importância da cultura positiva de admissão como

ASA classification, volume of blood transfusion until the first surgery, type of trauma that caused the accident, concomitant surgeries, surgical time, open surgical wound after initial debridement and type of skeletal stabilization.

The statistical tests applied between the variables related to the result variable "infection" showed significance to: type of fracture, type of fractured bones, ASA classification, volume of blood transfusion, open surgical wound and skeletal stabilization.

The importance of the exposure time as a predictive factor of infection was demonstrated in several papers such as in Patzakis and Wilkins⁽²⁵⁾. They evaluated the predictive infection factors in 1104 open fractures and concluded that the ones of high risk are: lack of antibiotic therapy, exposure time longer than three hours, bacterial resistance to the antimicrobial used, a large tissular damage and tibia fractures. In fact, the authors considered the exposure time as the interval between the accident and the antibiotic therapy, and so they observed that if this interval is shorter than 12 hours but the patient is undergoing antibiotic therapy before the first three hours posttrauma, the predictive infection effect will be annihilated. In this classic paper, the author reports the importance of Type III fractures as an increasing risk to infection, but no numerical confirmation is presented.

The absence of exposure time significance in this sample is in accordance to Merritt's⁽²⁴⁾ findings. He also evaluated the risk factors of open fractures infection and this variable showed no importance. This author analyzed 70 patients presenting open fractures and a general infection level of 19%. The significant risk factors were the type of accident, the surgical time and confirming Patzakis and Wilkins⁽²⁵⁾ findings, the type II fractures with internal fixation.

Regarding the positive culture in admission as a predictive infection factor, all papers show its ineffectiveness, emphasizing that it shouldn't be performed.

However, some authors report the positive culture in admission as a significant factor in order to alert to the use of immediate internal fixation in these patients and the high risk of infection in such conditions⁽²⁴⁾.

Variável / Variable	p
Tempo de exposição da fratura (horas) / Time of bone exposure (hours)	0.0201
Local de primeiro atendimento / Place of the first medical care	0.0400
Tipo de fratura / Type of fracture	0.0130
Classificação de ASA / ASA Classification	0.0005
Volume de sangue transfundido / Volume of blood transfusion	0.0002
Ossos acometidos / Fractured bones	0.0052
Tipo de acidente / Type of accident	0.0450
Ferida cirúrgica / Surgical Wound	0.0024
Tempo de cirurgia / Surgical time	0.0117
Tipo de estabilização esquelética / Skeletal stabilization	0.0446
Resultado da cultura na admissão / Culture result in admission	0.5290
Cirurgias concomitantes / Concomitant surgeries	0.1867

Tabela 2 - Probabilidade estatística das variáveis
Table 2 - Statistical probabilities of variables

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	p
Parâmeter	Estimate	Standard error	p
Interceptação / Interception	1.7774	0.5789	0.0021
ASA	1- III	0.8258	0.4490
Volume de sangue / Blood Volume	1->1U	0.9262	0.3257
Osso fraturado / Fractured bone	1-fêmur/torn/assoc. // femur/ankle/assoc.	0.6342	0.2265
Ferida / Wound	1- aberta / open	0.5578	0.2083
Estabilização esq. / Skeletal stabilization	1 - Fix. interna / internal fixation	0.6853	0.3135

Tabela 3 - Modelo de regressão logística- resultado final
Table 3 - Regression equation (logistic model) – final responses

Os riscos relativos estimados para cada variável foram / *The estimated relative risks to each variable are:*

Variável Variable		Estimativa Estimate	Limites do intervalo de 95% de confiança Interval limits of 95% trustfulness	
ASA	1- III	5.215	0.897	30.312
versus	2- I ou II			
Volume de sangue <i>Blood volume</i>	1->1U	6.376	1.779	22.854
versus	2 <=1			
Osso fraturado <i>Fractured Bone</i>	1- fêmur/torn/assoc.	3.555	1.463	8.638
versus	2- tíbia, perna, pé			
Ferida <i>Wound</i>	1- aberta	3.052	1.349	6.905
versus	2- fechada			
Estabilização esq. <i>Skeletal stabilization</i>	1- fix. interna / <i>Internal fixation</i>	3.937	1,152	13.458
versus	2- fix. externa / <i>External fixation</i>			

Tabela 4 - Odds-ratio para cada variável
Table 4 - Odds-ratio to each variable

fator preditivo de infecção os trabalhos são unânimes em revelar sua ineficácia, enfatizando que esta não deve ser realizada^(21,22,23).

Alguns autores valorizam a cultura positiva de admissão no sentido de ser uma alerta para o uso de fixação interna imediata nestes pacientes pelo elevado risco de infecção em tais condições⁽²⁴⁾.

A escala de gravidade clínica dos pacientes, na amostra em questão, classificação de ASA, revelou importância acentuada como preditivo de infecção e, este fato vem sendo citado em vários estudos como uma constante. Em estudo onde foram analisadas 53 fraturas expostas do fêmur concluiu-se que foram predisponentes para infecção o tipo de fratura, a gravidade do paciente, o fechamento retardado da ferida cirúrgica e fixação interna imediata⁽¹²⁾.

Em outro estudo de revisão visualizamos os motivos que levam o paciente mais grave a um risco aumentado de infecção. A hipotensão gerada por fraturas graves, com extensa lesão das partes moles e tempo de exposição maior do que seis horas, gera diminuição considerável da perfusão sanguínea dos músculos e ossos, com queda conseqüente da oxigenação e aporte insuficiente de antimicrobianos mesmo quando utilizados em doses adequadas. Esta redução do aporte associada à fagocitose reduzida inerente dos traumas agudos, cria condições altamente favoráveis para a multiplicação bacteriana⁽¹⁹⁾.

Talvez como reflexo de maior gravidade do paciente e da fratura, o volume de sangue transfundido seja considerado e comprovado por muitos autores como fator preditivo de infecção^(26,27). A princípio julgávamos esta variável como surpreendente quando citada em alguns trabalhos classificada como de maior importância que o tempo de exposição das fraturas, por exemplo. Como persistisse esta afirmação por vários autores, incluímos este dado na pesquisa de nossos fatores preditivos de infecção e encontramos alta significância estatística na amostra estudada. Na verdade, analisando em conjunto os fatores preditivos detectados na nossa amostra, reavaliando as conseqüências da gravidade do trauma na microcirculação e os riscos de infecções bacterianas associados à transfusão de papa de hemáceas em pacientes submetidos à cirurgia de quadril e cirurgia geral, redimensionamos a importância desta variável como fator preditivo de infecção^(3,4).

The clinical severity scale of the patients, in this particular sample, according to the ASA classification, showed a high importance as an infection predictive and this fact has been frequently reported in various studies. In a study analyzing 53 open fractures of femur, the type of fracture, the severity of the patient, the delayed closing of the surgical wound and the immediate internal fixation⁽¹²⁾ were considered as predisposing to infection.

In another revision study, it was observed the reasons which lead the most severe cases to an increased infection risk. The hypotension generated by severe fractures with an extense injury of soft parts and the exposure time longer than six hours, leads to a considerable decrease of blood perfusion in muscles and bones besides a consequent oxygenation drop and insufficient intake of antimicrobials even when they are used in adequate doses. This intake decrease associated with the decreased phagocytosis common in acute traumas, affords highly favorable conditions to the bacterial growth⁽¹⁹⁾.

Maybe reflecting the severity of the patient and the fracture, the volume of blood transfusion is considered and attested by many authors as a predictive infection factor^(26,27). At first, we found it surprising when this variable was considered in some papers as a more important factor than the bone exposure time, for example. But as this statement was constant in many papers, we decided to include it in our research about the predictive infection factors and we found a high statistical significance in the sample studied. Actually, by analyzing all the predictive factors found in our sample, and reevaluating the consequences of the severity of the trauma in the microcirculation and the bacterial risks of infection associated with the transfusion of red blood cells in patients that underwent a hip surgery and a general surgery, the importance of this variable as a predictive infection factor had to be reevaluated^(3,4).

The type of accident that caused the fracture is frequently associated with the severity of the injury as well as to the severity of the patient. In all later studies in the literature, the high speed accidents are reported as the main causes of severe open fractures. Obviously, these later quotations show the changes in the types of accidents generating fractures according to the modern life style and technological advances that despite helping us may cause injuries like those. This

O tipo de trauma causador da fratura está freqüentemente relacionado à gravidade da lesão provocada e muitas vezes à gravidade do paciente. Em todos os estudos mais recentes na literatura, os acidentes de alta velocidade são relacionados como os maiores causadores de fraturas expostas graves. Obviamente, estas citações mais recentes denotam as mudanças no tipo de acidente que geram as fraturas condizentes com a vida moderna e o avanço da tecnologia, que por um lado vieram para auxiliar-nos e, por outro, para causarem lesões de grande porte. Isto limita muitas vezes as comparações que poderiam ser feitas entre estudos mais antigos e recentes pois devemos levar em consideração a mudança progressiva na agressividade do trauma e conseqüentemente na gravidade da fratura e dos pacientes^(24,28,29).

Um estudo de 70 pacientes com fraturas expostas indicou o aumento significativo de infecções, quando as lesões forem geradas por traumas de solo, em fazendas, aonde a possibilidade de infecção chega próxima a 100% devido à natureza e quantidade de microorganismos inoculados na ferida no momento da fratura.

Nessa mesma amostra de pacientes foi analisada a importância do tempo de cirurgia com fator preditivo de infecção no pós-operatório das fraturas, observando-se que os pacientes com tempo cirúrgico superior a 121 minutos tiveram risco aumentado de infecção. Este dado também foi encontrado em nosso estudo, pois quando agrupamos os pacientes em menores faixas de tempo cirúrgico notamos um aumento dos casos de infecção nos que tiveram tempos cirúrgicos maiores⁽²⁴⁾.

As maiores controvérsias em toda a literatura consultada dizem respeito à manutenção da ferida cirúrgica aberta após o desbridamento inicial e ao tipo de estabilização esquelética escolhido neste momento. Portanto, a discussão destes dois fatores preditivos de infecção na evolução serão discutidos conjuntamente.

Apesar da evolução nos conceitos biomecânicos, nas técnicas cirúrgicas, materiais de fixação óssea e antibioticoterapia ocorridos nos últimos 30 anos, alguns autores não mudaram sua posição em relação à manutenção da ferida aberta após o desbridamento inicial^(15,16). Gustilo publica até em seus estudos mais recentes o seguinte parágrafo: "Se houver alguma dúvida do cirurgião em relação ao desbridamento realizado em uma fratura exposta, a ferida não deve ser fechada, aliás a regra segura é mantê-la aberta"⁽¹⁷⁾.

Com a experiência acumulada no seguimento de pacientes com fraturas expostas graves por vários anos e com os dados comprovados no presente trabalho não compartilhamos desta opinião, pois a nosso ver a ferida mantida aberta por tempo prolongado, principalmente em extensas lesões de partes moles, constitui um dos maiores fatores de risco para as osteomielites agudas pós-operatórias provocadas por microorganismos intra-hospitalares e multi-resistentes aos antimicrobianos que se instalam nestas circunstâncias⁽²³⁾. Sabemos que as osteomielites pós-traumáticas agudas são a grande causa de amputações não primárias nas fraturas expostas e quando cronicizadas têm morbidade elevada, levando o paciente muitas vezes a lesões permanentemente incapacitantes, ou a tratamentos extremamente prolongados com resultados pouco animadores⁽²⁰⁾. Na análise do nosso serviço, a reparação do revestimento cutâneo deve ser feita precocemente quando o desbridamento tiver controlado os tecidos necróticos ou infectados.

Esta opinião está em acordo com vários autores que encontram a mesma importância da manutenção da ferida aberta para o desenvolvimento de infecções na evolução das fraturas expostas.

Estudos afirmaram que as fraturas da tíbia tratadas com feridas abertas têm índice elevado de complicações em comparação com aquelas tratadas com cobertura precoce. Nos pacientes tratados com a ferida aberta o tempo médio para consolidação da fratura foi de nove meses, média de internação hospitalar foi de 45 dias, com incidência de 41% de osteomielite e 29% de amputações. Para aque-

fact frequently limits the comparison that could be made between earlier and later studies. We should take into account the progressive changes in trauma attack and consequently the severity of both fractures and patients^(24,28,29).

A study with 70 patients presenting open fractures showed a significant increase in infections when the injuries were generated by ground accidents, on farms, where the infection risks reach around 100% due to the nature and the quantity of inoculated microorganisms in the wound at the moment of the accident.

In the same sample, the importance of the surgical time as a predictive infection factor in postoperative fractures was analyzed taking into account that the patients with a surgical time longer than 121 minutes showed a higher infection risk. This datum was also found in our study. When we grouped patients in shorter intervals of surgical time, we could observe an increase of infection cases in those patients with longer surgical time⁽²⁴⁾.

The biggest controversies in all consulted literature are related to the maintenance of the surgical open wound after the initial debridement and the type of skeletal stabilization chosen in that moment. Therefore, these two predictive infection factors in the evolution of the case will be discussed together.

In spite of the evolution of biomechanical concepts, surgical techniques, osseous fixation materials and antibiotic therapy occurred in the last 30 years, some authors haven't changed their minds about keeping the wound open after the initial debridement^(15,16). In his later studies, Gustilo reports the following paragraph: "If the surgeon is in doubt about the debridement to be performed in an open fracture, the wound shouldn't be closed and the safe rule is to keep it open."⁽¹⁷⁾

By taking into account all the experience in treating patients that present severe open fractures for many years and using the confirmed data of this paper, we don't agree with this opinion, as we consider that if the wound is kept open for a long time, specially in extense injuries in soft parts, this can be one of the highest risk factors to acute postoperative osteomyelitis caused by intra-hospitalar microorganisms and multiresistant antimicrobials that appear in these cases⁽²³⁾. We know that acute posttrauma osteomyelitis is the main cause of non-primary amputations in open fractures and when it is chronic it shows a high morbidity rate leading the patient to permanently disabling injuries or to extremely long treatments with discouraging results⁽²⁰⁾. We consider that the cutaneous investment repair should be done early, when debridement has controlled the necrotic or infected tissues.

This opinion meets several other authors' who found the same importance in keeping the wound open for the development of infections in the evolution of exposed fractures.

Some studies report that tibia fractures treated with open wounds present a high level of complications compared to those treated with an early investment repair. In patients treated with the open wound the mean time for the consolidation of the fracture was nine months, with a mean hospitalization time of 45 days, osteomyelitis incidence of 41% and 29% of amputations. For those treated with an early investment, the mean time for the consolidation of the fracture was five and a half months, with a mean hospitalization time of 23 days, osteomyelitis incidence of 5% and 5% of amputations⁽²⁾.

Godina reinforced the findings reported in the publication above, demonstrating the percentage of infections and other complications in comparison to other three groups of patients with fractures of the borders and musculocutaneous investment performed in different time. The patients that underwent an early investment of the fractures of the borders (before 72 hours) presented 1,5% of infection, those with a delayed investment of fractures (between 72 hours and three months) presented 17,5% of infection⁽¹¹⁾.

Other authors reported that maybe the adequate management and the early closing of soft parts injuries are more important to prevent

les tratados com cobertura precoce o tempo médio de consolidação da fratura foi de cinco meses e meio, média de internação hospitalar de 23 dias, com incidência de 5% de osteomielite e 5% de amputações⁽²⁾.

Novamente Godina reforçou os achados citados na publicação acima, demonstrando a porcentagem de infecções e outras complicações comparativamente entre três grupos de pacientes com fraturas das extremidades e cobertura músculo-cutânea realizadas em tempos diferentes. Os pacientes submetidos à cobertura precoce das fraturas das extremidades (antes de 72 horas) apresentaram 1,5% de infecção, aqueles com cobertura retardada das fraturas (entre 72 horas e três meses) apresentaram 17,5% de infecção⁽¹¹⁾.

Outros autores advogaram que talvez o manejo adequado e o fechamento precoce das lesões das partes moles sejam mais importantes na prevenção das infecções do que as técnicas de fixação ósseas aplicadas⁽¹²⁾.

Em estudo realizado na nossa instituição, os autores demonstraram o emprego de retalhos microcirúrgicos no tratamento das fraturas expostas da tíbia tipo III e, quando esta técnica foi aplicada na urgência não houve desenvolvimento de infecção. Nos pacientes que apresentaram retardo na reparação músculo-cutânea a incidência de osteomielites foi de 18%⁽²⁹⁾.

Como pudemos observar a grande maioria destes estudos foram realizados com as fraturas expostas da tíbia e do tipo III. Sabemos hoje e também faz parte de nossos achados, que as fraturas da perna (tíbia e fíbula), da tíbia e fêmur somado ao fato de serem do tipo III, por si só, já representam em grande conjunto de fatores preditivos de infecção na evolução do tratamento. Estas fraturas necessitam de cuidados particularizados desde a chegada do paciente ao hospital, para que todas as atitudes sejam voltadas para prevenir as complicações, dentre elas a infecção.

Principalmente nestas fraturas, a conduta ortopédica inicial tem sido questionada ao lado da melhor oportunidade para a cobertura músculo-cutânea. A controvérsia está no emprego de fixação interna imediata, utilização de fixadores externos ou utilização de fixadores externos durante um período e posterior conversão em fixação interna.

Merritt⁽²⁴⁾ considerou em seu estudo alguns fatores de risco para infecção das fraturas expostas colocando a combinação de cultura positiva na admissão, fratura tipo III e fixação interna imediata como a de pior prognóstico para complicações.

Outros autores tem adotado posicionamentos bastante interessantes e que são por nós compartilhados, como a indicação conscienciosa de fixação interna imediata especialmente com hastes intramedulares levando-se em conta os fatores preditivos de infecção já conhecidos e especialmente a experiência do cirurgião em questão. Não há regra pré-estabelecida, a circunstância fará a regra^(5,19).

Apesar destas considerações alguns autores demonstraram bons resultados com a fixação interna imediata através do uso de hastes intramedulares. Em estudo de revisão de 495 fraturas da tíbia tratadas com esta técnica, foram observados índices de infecção bastante aceitáveis: 3,8% para o tipo II, 9,5% para o tipo III. Também estes autores defendem que a oportunidade e qualidade da cobertura cutânea são mais importante na prevenção da infecção do que a técnica de fixação⁽⁷⁾.

Em relação às técnicas de fixação o risco mais evidente para infecção na evolução das fraturas citado por vários autores é a fixação interna com hastes intramedulares precedidas de fixação externa por algum período.

Alguns relatos demonstraram 44% de infecção nesta prática de conversão da fixação externa para interna, após fraturas expostas⁽²⁸⁾.

No presente estudo, houve comprovação que os pacientes submetidos à fixação interna por hastes intramedulares precocemente

infections than the osseous fixation techniques applied⁽¹²⁾.

In a study performed in our Institution, the authors showed the use of microsurgical flaps in the treatment of open tibia fractures type III and, when this technique was applied in Emergency, there wasn't any infection development. In patients presenting a delay in the musculocutaneous repair, the osteomyelitis incidence was 18%⁽²⁹⁾.

As it was observed, most of these studies were performed with open tibia fractures and type III fractures. Now we know, and this is part of our findings, that the leg (tibia and femur), tibia and femur fractures type III represent a great set of predictive infection factors in treatment evolution. These fractures need particular care from the moment the patient arrives at the hospital, and all the actions should be directed in order to prevent from complications and infections.

Especialmente em estas fraturas, a inicial ortopédica procedimento assim como a melhor oportunidade para a cobertura musculocutânea investimento tem sido questionado. A controvérsia está em aplicar a fixação interna imediata por fixação externa ou usando fixação externa durante um período e depois convertendo em fixação interna.

Merritt⁽²⁴⁾ considered some infection risk factors in open fractures settling the match of positive culture in admission, type III fracture and immediate internal fixation as the worst prognosis for complications.

Other authors have assumed very interesting positions, which we have shared with, as a conscious indication of immediate internal fixation, especially by intramedullary scapus, taking into account the known predictive infection factors and the surgeon's experience. There isn't a pre-settled rule and the case will determine the rule^(5,19).

In spite of these considerations, some authors have shown good results by using immediate internal fixation through intramedullary scapus. In a review study of 495 tibia fractures treated with this technique, very acceptable infection levels were observed: 3,8% for type II, 9,5% for type III. These authors also support that the opportunity and the quality of the cutaneous investment are more important to prevent from infections than the fixation technique⁽⁷⁾.

Regarding the fixation techniques, the most evident infection risk in the fractures evolution mentioned by several authors is the internal fixation with intramedullary scapus preceded by external fixation during a certain time.

Some reports show 44% of infection with this conversion procedure from external to internal fixation, after open fractures⁽²⁸⁾.

In this paper, it was confirmed that the patients that underwent early internal fixation with intramedullary nailing presented higher infection levels than those who used external fixation did. However, we couldn't associate the cutaneous investment in these cases.

After an individual analysis of the predictive infection factors, we performed a multivariate analysis by logistic regression aiming to determine the independent variables in predicting infection in open fractures evolution and to settle a logistic model to anticipate the patients with the highest infection risks.

In the literature, there is only one logistic model for infections in open fractures and it doesn't help us due to the fact that it was developed based on two Israel wars, in 1973 and 1982. Some analyzed variables are too particular for the war wounds and cares. As it is the only model, it is worth showing the independent predictive infection variables usually found in the war of 1973: multiple surgeries, amputations, injuries in several body sites and open drain systems. In 1982, the independent infection variables particularly for fractures were: multiple surgeries, drains, loss of soft parts and blood transfusion⁽²⁷⁾.

In the multivariate analysis performed in the present series, we found a high relative risk in the variables: ASA classification, transfusion of blood volume, type of fractured bone, wound kept open and type of skeletal stabilization.

apresentaram índices mais elevados de infecção dos que utilizaram fixadores externos, mas também não tivemos a possibilidade de associação de cobertura cutânea precoce nestes casos.

Após a análise individual dos fatores preditivos de infecção neste estudo, procedemos a análise multivariada por regressão logística com objetivo de detectar variáveis independentes na predição da infecção na evolução das fraturas expostas e, montar um modelo logístico para prever os pacientes de mais alto risco de infecção.

Na literatura há apenas um modelo logístico para infecção nas fraturas expostas e que na verdade não nos auxilia por ter sido criado em função de duas guerras de Israel, em 1973 e 1982, e algumas variáveis analisadas são muito específicas para os ferimentos e cuidados na guerra. Como se trata de um modelo único vale indicar que as variáveis independentes preditivas de infecção em geral encontradas na guerra de 1973 foram: múltiplas operações, amputações, lesões em várias áreas do corpo e sistemas de drenos abertos. Em 1982 as variáveis independentes preditivas de infecção especificamente para as fraturas foram: múltiplas operações, drenos, perda das partes moles e transfusão de sangue⁽²⁷⁾.

Na análise multivariada realizada na presente série encontramos risco relativo elevado nas variáveis: classificação de ASA, volume de sangue transfundido, tipo de osso acometido, ferida mantida aberta e tipo de estabilização esquelética.

CONCLUSÃO

Com esses resultados, conseguimos reunir as situações que propiciaram os maiores índices de infecções na evolução das fraturas expostas na amostra estudada. De maneira prática os pacientes com maior gravidade clínica, maior gravidade de fratura, com acometimento dos ossos da perna e fêmur especialmente fraturas do tipo III, e que necessitem de transfusão na primeira cirurgia devem ter avaliação cuidadosa em relação a cobertura cutânea precoce e ao método de estabilização esquelética para reduzirmos o risco de infecção na evolução do tratamento das fraturas graves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Society of Anesthesiologists. New classification of physical status. *Anesthesiology* 24:111-115, 1963.
2. Byrd HS, Spicer TE, Ciermey G. Management of open tibial fractures. *Plastic Reconstr Surg* 76:719-730, 1985.
3. Carson JL, Altman DG, Noveck H, Sonnenberg FA, Hudson JI, Provenzano G. Risk of bacterial infection associated with allogeneic blood transfusion among patients undergoing hip fracture repair. *Transfusion* 39:694-700, 1999.
4. Chang H, Hall GA, Geerts WH, Greenwood C, McLeod RS, Sher GD. Allogeneic red blood cell transfusion is an independent risk factor for the development of postoperative bacterial infection. *Vox Sang* 78:13-18, 2000.
5. Chapman MW, Olson SA. Open fractures. In: Rockwood CA, Green DP. *Fractures in adults*. 4thed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1996. p.305-352.
6. Collet D. Modelling binary data. London, Chapman and Hall, 1991.
7. Court Brown CM, Keating JF, McQueen MM. Infection after intramedullary nailing of the tibia. Incidence and protocol for management. *J Bone Joint Surg Br* 74:770-744, 1992.
8. Dellinger EP, Miller SD, Wertz MJ. Risk of infection after open fracture of the arm or leg. *Arch Surg* 123:403-404, 1990.
9. Fazzi A, Camanho GL, Tamari J, Tamaoki MTT, Otani RI. Fraturas expostas, análise de 364 casos. *Rev Bras Ortop* 13:186-188, 1978.
10. Garner JS. CDC guideline for prevention of surgical wound infections. *Infect Control* 7:193-200, 1985.
11. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plastic Reconstr Surg* 78:285-292, 1986.
12. Green A, Trafton PG. Early complications in the management of open femur fractures: a retrospective study. *J Orthop Trauma* 5:51-61, 1991.
13. Gustilo R, Simpson L, Nixon R, Ruiz A, Indeck W. Analysis of 511 open fractures. *Clin. Orthop* 66:148-154, 1969.
14. Gustilo R, Anderson J. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg Am* 58:453-458, 1976.
15. Gustilo R, Mendoza R, Williams D. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 24:742-746, 1984.
16. Gustilo R, Gruninger R, Davis T. Classification of type III (severe) open fractures relative to treatment and results. *Orthopedics* 10:1781-1788, 1987.
17. Gustilo R. Management of open fractures. In: Gustilo R, Gruninger R, Tsukayama D. *Orthopaedic infection, diagnosis and treatment*. Philadelphia, Saunders, 1989. p.87-117.
18. Hughes SPF. Antibiotic penetration into bone in relation to the immediate management of open fractures: a review. *Acta Orthop Belg* 58 (Suppl 1):217-221, 1992.
19. Kaltenecker G, Wruhs O, Quaiocoe S. Lower infection rate after interlocking nailing in open fractures of femur and tibia. *J Trauma* 30:474-479, 1990.
20. Koval KJ, Meadows SE, Rosen H, Silver L, Zuckerman JD. Posttraumatic tibial osteomyelitis: a comparison of three treatment approaches. *Orthopedics* 15:455-460, 1992.
21. Kreder HJ, Armstrong P. The significance of perioperative cultures in open pediatric lower-extremity fractures. *Clin Orthop* 302:206-212, 1994.
22. Lee J. Efficacy of cultures in the management of open fractures. *Clin Orthop* 339:71-75, 1997.
23. Lima ALLM, Zumiotti AV. Aspectos atuais do diagnóstico e tratamento das osteomielites. *Acta Ortop Bras* 7:135-141, 1999.
24. Merritt K. Factors increasing the risk of infection in patients with open fractures. *J Trauma* 28:823-827, 1988.
25. Patzakis MJ, Wilkins J. Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop* 243:36-40, 1989.
26. Polk H. Factors influencing the risk of infection after trauma. *Am J Surg* 165(suppl):2-7, 1993.
27. Simchen E, Raz R, Stein H, Danon Y. Risk factors for infection in fracture war wounds (1973 and 1982 wars, Israel). *Mil Med* 156:520-527, 1991.
28. Yokoyama K, Itoman M, Shindo M, Kai H. Contributing factors influencing type III open tibial fractures. *J Trauma* 38:788-793, 1995.
29. Zumiotti AV, Ohno PE, Guarnieri M. Tratamento das fraturas expostas da tíbia grau III com emprego de retalhos microcirúrgicos. *Acta Ortop Bras* 2:13-18, 1994.

CONCLUSION

Through these results, we could gather the situations that provided the highest infection levels in open fractures evolution in the sample studied. So we could transcribe that the patients presenting the most serious clinical severity, the most severe fracture, with leg and femur bones fractured and specially with type III fractures, which need a transfusion in the first surgery, should be carefully evaluated regarding the cutaneous investment and the skeletal stabilization method.